

VŠB – Technická univerzita Ostrava
Fakulta elektrotechniky a informatiky

DIPLOMOVÁ PRÁCE

2013

Bc. Miloslav Holba

VŠB – Technická univerzita Ostrava
Fakulta elektrotechniky a informatiky
Katedra kybernetiky a biomedicínského inženýrství

**Výukový model řízení rodinného domku pomocí
systému INELS**

**Educational model for family house control using
INELS system**

2013

Bc. Miloslav Holba

Zadání diplomové práce

Student: **Bc. Miloslav Holba**
Studijní program: N2649 Elektrotechnika
Studijní obor: 2601T004 Měřicí a řídicí technika
Téma: **Výukový model řízení rodinného domku pomocí systému INELS**
Educational Model for Family House Control using INELS System

Zásady pro vypracování:

Pro účely výuky předmětu "Řízení provozu budov" vytvořte na HW modelu rodinného domu aplikaci řízení osvětlení a žaluzií systémem INELS. Inteligentní elektroinstalace INELS je variantním a cenově dostupnějším řešením k systému KNX.

1. Přehled v současnosti používaných systémů řízení budov.
2. Teoretický rozbor systému INELS a KNX.
3. Návrh způsobu řízení domku a definice funkce.
4. Implementace, ověření a tvorba dokumentace.
5. Ověření vlastní spotřeby INELS komponent.
6. Zhodnocení dosažených výsledků.

Seznam doporučené odborné literatury:

- [1] MERZ, Hermann. *Automatizované systémy budov*. 1. vyd. Praha : Grada, 2009. 264 s. ISBN 978-80-247-2367-9.
- [2] *KNX certification*. Memmingen: Schneider Electric 2010, interní studijní materiál.
- [3] KNX ASSOCIATION. *Informace o KNX*. Dostupné z: <http://www.knx.org>.
- [4] ELKO EP, s.r.o. *Informace o systému INELS a komponentech*. Dostupné z: <http://www.inels.com>.
- [5] Informace o moderních technologiích pro obytné domy. Dostupné z: <http://www.itdum.cz/>.

Formální náležitosti a rozsah diplomové práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí diplomové práce: **doc. Ing. Petr Bilík, Ph.D.**

Datum zadání: 16.11.2012

Datum odevzdání: 07.05.2013



doc. Ing. Jiří Koziorek, Ph.D.
vedoucí katedry

prof. RNDr. Václav Snášel, CSc.
děkan fakulty

Prohlášení

„Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracoval samostatně. Uvedl jsem všechny literární prameny a publikace, ze kterých jsem čerpal.“

Datum odevzdání práce: 7. 5. 2013



.....
Bc. Miloslav Holba

Poděkování

Tímto děkuji vedoucímu práce, doc. Ing. Petru Bilíkovi, Ph.D., za jeho ochotu, odbornou pomoc a cenné rady při vedení mé diplomové práce. Děkuji také firmě ELKO EP, a.s, za jejich spolupráci. Dále pak děkuji všem, kteří mi byli oporou při mém studiu, a kteří mi rovněž toto studium umožnili.

Abstrakt

Diplomová práce *Výukový model řízení rodinného domku pomocí systému iNELS* se zabývá systémy řízení pro automatizaci budov.

V teoretické části práce jsou popsány obecné charakteristiky pro automatizaci budov, je nastíněna jejich historie a jsou zde popsány některé ze systémů inteligentních elektroinstalací.

V části praktické je popsán návrh a výroba modelu, na němž je demonstrováno řízení budovy. Model je konstruován pro účely výuky předmětu *Řízení provozu budov*. Demonstrace řízení na modelu probíhá pomocí systému iNELS, jsou zde použity různé komponenty systému a na modelu lze libovolně měnit 3 scénérie – dvojgaráž, knihovny a rodinného domku o velikosti 2+1. Funkce jednotlivých komponent v konkrétní scéně je demonstrována za pomoci LED diod.

V závěru práce jsou uvedeny výstupy z laboratorních měření vlastní spotřeby komponent iNELS a také ekonomické srovnání pořizovací ceny systémů iNELS a KNX/EIB.

Abstract

The thesis *Educational model for family house control using iNELS system* deals with control systems for building automation.

In the theoretical part the thesis describes the general characteristics of building automation. The thesis mentions building automation history and describes characteristic of some intelligent electrical systems.

In the practical part the thesis describes the design and implementation of the practical model on which the building management is illustrated. The model is designed for teaching of the Building automation course. The building management demonstration is performed by iNELS system components. The model uses various components of the iNELS system and the model can change 3 sceneries - double garage, library and family home of 2 +1. The functionality of each component in a particular scene is demonstrated by LEDs. The final part contains the outputs from laboratory measurements own consumption of components iNELS and economic comparison the cost of systems iNELS and KNX/EIB.

Klíčová slova

Automatizace budov, inteligentní budovy, systémy inteligentní elektroinstalace, KNX, iNELS, sběrnice.

KeyWords

Building automation, intelligent systems installation, KNX, iNELS system, model family house, bus

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

| | |
|-----------------|--|
| aj. | a jiné |
| ASCII | American Standard Code for Informatic Interchange |
| ASHRAE | American Society of heating refrigeration and air – conditioning engineers |
| atd. | a tak dále |
| BACnet | Building Automatic and Control network |
| bus | z angl. sběrnice |
| CIB | Common Installation Bus |
| CO ₂ | Oxid uhličitý |
| ČVUT | České vysoké učení technické |
| DALI | Digital Adressable Lifting Interface |
| DC | Direct Current |
| EIBA | European Installation Bus Association |
| EPS | Elektrické Požární Signalizace |
| EZS | Elektrické Zabezpečovací Signalizace |
| GND | Ground – uzemění |
| GSM | Global System for Mobile |
| HVAC | Heating, Ventilating and Air Conditioning |
| HW | Hardware |
| IDM | iNELS Designer & Manager |
| IE | inteligentní elektroinstalace |
| IP | Internet Protokol |
| IR | Infračervené záření |
| KNX/EIB | Kodex / European Installation Bus |
| LAN | Local Area Network |
| LCD | Liquid Crystal Dislay |
| LED | Light – Emitting – Diode |
| Log | Logický/a |
| LON | Local Operating Network |
| MS/TP | Master Slave / Token Paging |
| např. | například |
| OPC | OLE for Process Control |
| OS | Operační systém |
| PC | počítač |
| PDA | Personal Digital Assistant |
| PIR | Pasivní infračervené čidlo |
| PVC | Polyvinylchlorid |
| RGB | Red, Green, Blue |
| RTU | Remote Terminal Unit |
| USB | Universal Serial Bus |
| VŠB-TU | Vysoká škola báňská – Technická univerzita |

OBSAH

| | |
|--|----|
| ÚVOD | 1 |
| 1 INTELIGENTNÍ ELEKTROINSTALACE | 2 |
| 2 SYSTÉMY ŘÍZENÍ BUDOV V SOUČASNOSTI | 4 |
| 2.1 Přehled některých systémů automatizace budov | 4 |
| 2.1.1 <i>Standard LON</i> | 5 |
| 2.1.2 <i>BACnet</i> | 6 |
| 2.1.3 <i>Modbus</i> | 8 |
| 2.1.4 <i>Nikobus</i> | 9 |
| 2.1.5 <i>M-bus</i> | 9 |
| 2.1.6 <i>Jiné, méně známé systémy</i> | 10 |
| 3 SYSTÉM KNX/EIB | 12 |
| 3.1 Základní principy systému KNX/EIB | 12 |
| 3.2 Topologie systému KNX/EIB | 13 |
| 3.2.1 <i>Sběrnice systému KNX/EIB</i> | 15 |
| 4 SYSTÉM iNELS | 16 |
| 4.1 Základní principy systému iNELS | 16 |
| 4.1.1 <i>Sběrnice CIB systému iNELS</i> | 18 |
| 4.1.2 <i>Systémová sběrnice TCL2 systému iNELS</i> | 19 |
| 5 NÁVRH MODELU ŘÍZENÉHO SYSTÉMEM iNELS | 20 |
| 5.1 Systémové jednotky | 21 |
| 5.2 Aktory | 24 |
| 5.3 Převodníky | 28 |
| 5.4 Ovladače | 29 |
| 5.5 Dotykový panel | 31 |
| 5.6 EZS Komponenty | 32 |
| 5.7 Příslušenství | 33 |
| 5.8 Ostatní komponenty | 34 |
| 6 VÝROBA A OSAZENÍ MODELU ŘÍZENÉHO SYSTÉMEM iNELS | 35 |
| 7 KONFIGURACE SYSTÉMU iNELS | 39 |
| 7.1 Založení projektu a základní funkce programu IDM | 39 |
| 7.2 Řízení rodinného domu | 42 |
| 7.2.1 <i>Konfigurace oblasti obývacího pokoje</i> | 43 |
| 7.2.2 <i>Konfigurace oblasti ložnice</i> | 51 |
| 7.2.3 <i>Konfigurace zbývajících částí domu</i> | 56 |
| 7.2.4 <i>Ovládání funkcí prostřednictvím webového prohlížeče</i> | 58 |
| 8 OVĚŘENÍ VLASTNÍ SPOTŘEBY KOMPONENTŮ iNELS | 60 |
| 9 POROVNÁNÍ MODELŮ ŘÍZENÝCH SYSTÉMY iNELS A KNX | 63 |
| ZÁVĚR | 66 |
| BIBLIOGRAFICKÉ ZDROJE | 68 |
| SEZNAM PŘÍLOH | 70 |
| PŘÍLOHY NA CD | 70 |

ÚVOD

Spolu s rozvojem vědy a techniky za posledních několik let rostou nároky uživatelů v soukromých a rodinných výstavbách na komfort a zároveň dochází k rozvoji tzv. Energy Managementu. V Energy Managementu je kladen důraz na úsporu energie prostřednictvím racionálního řízení spotřeby. V soukromé bytové výstavbě lze automatizaci pozorovat již jako „jakýsi“ standard, což lze dokázat na poměrně jednoduché automatizační funkci venkovního osvětlení vstupů do bytových domů. Dlouhodobě je běžně používáno venkovní osvětlení vstupů do obytných domů pomocí samočinného spínání instalovaným senzorem pohybu.

Vlivem rozvoje automatizace budov došlo i na řešení otázek spojených se zajištěním „*inteligentní elektroinstalace*“, která by tak mohla vyřešit především nároky kladené na hospodárnost a úsporu energií, komfort a také bezpečnost. Základem propojení automatizace technického vybavení budov je komunikace se standardizovanými protokoly a rozhraními. Vzhledem k tomu, že ne vždy a všude lze instalovat nový sběrníkový způsob elektroinstalace, je možno bez stavebních úprav využít ovládání pomocí rozvodné sítě nebo bezdrátově.[1,2]

Cílem diplomové práce „*Vzory řízení rodinného domku pomocí systému iNELS*“ je vytvořit aplikaci řízení osvětlení, žaluzií a termoregulace na hardwarovém modelu rodinného domu, a to za pomoci systému iNELS. Systém iNELS tuzemského výrobce ELKO EP je variantním a cenově dostupnějším řešením k systému KNX. Hardwarový model je vytvořen zejména k výuce předmětu *Řízení provozu budov*.

Diplomová práce se skládá z osmi kapitol. V kapitole první je popsán obecný teoretický úvod do automatizace budov a nástin historického vývoje. Kapitola druhá včetně podkapitol se zabývá teoretickým rozбором systémů řízení budov používaných v současnosti. V následujících kapitolách tři a čtyři je proveden teoretický rozbor systémů KNX a iNELS. V navazující páté kapitole je sestaven návrh celého modelu řízeného systémem iNELS. Kapitola šestá se zabývá popisem samotné výroby a osazení modelu a implementace systému iNELS do modelu. V kapitole sedmé je popsána softwarová konfigurace systému iNELS implementovaného v modelu. V předposlední osmé kapitole jsou uvedeny výsledky měření zjištěné při měření v laboratoři - ověřující vlastní spotřebu systému. V závěrečné deváté kapitole je provedeno porovnání modelů se systémy iNELS a KNX z hlediska spotřeby elektrické energie a pořizovacích nákladů. V závěru je provedeno celkové shrnutí práce, včetně výsledků měření vlastní spotřeby a finančního porovnání pořizovacích nákladů systémů iNELS a KNX.

1 INTELIGENTNÍ ELEKTROINSTALACE

Inteligentní (chytrý) dům nebo též inteligentní elektroinstalace je v dostupné literatuře různě definován. Například podle prof. Ďaďa z ČVUT v Praze se pod pojmem inteligentní elektroinstalace (IE) skrývá nová koncepce propojení elektrických spotřebičů, ovládacích prvků a zdrojů informací o regulovalých veličinách objektu a jedná se tak o zvláštní druh regulačního systému.[3,5]

Dle doktora Kolinského, obchodního zástupce firmy CMS, s.r.o., je inteligentním domem ten dům, který je ovládán systémem, jenž ovládá vytápění, bezpečnostní systém, otevírání vrat a vytahování žaluzií jedním ovladačem.

Doktor Matz ve svém recenzovaném článku *Systémy používané v "inteligentních" budovách - přehled komunikačních protokolů* (2010) vyslovil myšlenku: „Budova je inteligentní v případě, kdy obsahuje takové technologie a systémy, které si mezi sebou předávají důležitá data. Na základě výměny dat a analýzy je systém (budova) zpětně ovládán a efektivněji řízen.“ Tím lze postupně optimalizovat řídicí algoritmy tak, aby bylo dosaženo nejlepší energetické účinnosti.[3,5]

První pokusy o automatizaci budov inteligentními systémy lze v České republice nalézt již v roce 1928, kdy německý architekt Ludwig Mies van der Rohe vytvořil návrh stavby, dnes známé jako vila Tugendhat v Brně. Vila je známa především svou moderní architekturou, zajímavá je však i po stránce prvních pokusů systému řízení. Provozní a technické zázemí vily bylo na svou dobu mimořádné. Ve vile bylo možno, za pomoci elektromotorů, spouštět dvě velká okna až k podlaze a tím měnit vnitřní architekturu domu. Dále byl dům vybaven rozvody pitné a užitkové vody a systémem vzduchotechniky – kombinací topení, chlazení a zvlhčování viz Obr. 1. Vlevo na obrázku lze vidět ovládací panel s klikou a vpravo elektromotor. Pokrokový byl rovněž bezpečnostní a signalizační systém založený na principu fotobuňky, za jehož pomoci bylo možno ponechat otevřené dveře z ložnice na terasu.[6]



Obr. 1 Strojovna vzduchotechniky (převzatý obrázek z <http://www.tugendhat.eu/>)

Princip inteligentní elektroinstalace

Inteligentní elektroinstalace dnes standardně nabízí možnosti světelných scén, snímačů pohybů, řízení vytápění v závislosti na potřebě uživatele či řízení vytápění, osvětlení, chlazení v závislosti na úspoře energie. Uživatel v současnosti preferuje optimalizaci komfortu ovládání přístrojů a optimalizaci bezpečnosti. Výše uvedené možnosti by však vyžadovaly v klasické elektroinstalaci komplikovanou kabeláž a složité ovládání, proto byly vyvinuty technologie, které tento problém vyřešily.[3]

Princip inteligentní elektroinstalace spočívá ve zpětné vazbě na trase objekt – senzory – akční členy, čímž se jeho základní vlastností stává schopnost adaptace na variabilní stav objektu a programově řízenou a časově proměnnou strukturu instalace. Zdrojem primární informace o stavu objektu jsou senzory (např. světla, teploty, vlhkosti, detektory kouře atd.), akčními členy pak zařízení typu elektrických spotřebičů (vytápění, ventilace, motory atd.) a úlohu regulátoru zde pak zastává programové vybavení řídicího počítače. Specifikum řídicího systému spočívá v přenosu digitálního signálu mezi jednotlivými členy přenosovými cestami, nejčastěji přenos po datové sběrnici prostřednictvím vhodných komunikačních protokolů. Nejčastěji používanými komunikačními protokoly jsou EIB/KNX, Modbus, EchLON, Bus, BACnet aj., z čehož vyplývá, že je obtížné propojit různé technologie s různými komunikačními protokoly. Obr. 2. Existují však i jiné přenosové cesty např. optická vlákna a rádiový přenos (včetně GSM).[3]



Obr. 2 Možná propojení různých komunikačních protokolů (převzatý obrázek z www.vytapeni.tzb-info.cz)

2 SYSTÉMY ŘÍZENÍ BUDOV V SOUČASNOSTI

Odborné firmy v současnosti nabízejí téměř totožný rozsah produktů pro inteligentní elektroinstalace, který je většinou založen na třech normách - KNX, LON a Nikobus. V základních požadavcích na systém jsou zahrnuty řídicí jednotky, osvětlení, kabeláž, zásuvky, vizualizace, řízení vytápění, chlazení a větrání, řízení žaluzií, markýz, rolet, dveří, vrat a bran, optimalizace spotřeby energie, práce s elektronickým zabezpečovacím systémem a požární signalizací. Stručný výčet systémů pak zahrnuje vytápění (HVAC), zabezpečení, protipožární ochrana, řízení elektrických rozvodů, řízení osvětlení, sledování přístupu osob a ovládání informačních technologií. V nabídkách většiny společností, zabývajících se inteligentními elektroinstalacemi, jsou tyto funkce obsaženy a liší se většinou pouze v nabídce nadstandardních funkcí nebo ceně, ale základní myšlenka zůstává stejná – vysoký komfort, bezpečnost a úspora energie.[3,7]

Komunikace mezi jednotlivými systémy je nejčastěji zabezpečena po sběrnici za pomoci komunikačního protokolů. Typy sběrnice i komunikačních protokolů jsou rozmanité. Za jeho rozmanitost jistě nemůže náladovost výrobce, nýbrž fakt, že každý výrobce použije pro své zařízení svůj vlastní protokol.[3,7]

Sběrnice a protokoly

Systémy automatizace budov byly ve svých začátcích přebírány z průmyslové automatizace, kde již byly vytvořeny standardy. První komunikační protokoly jsou v systémech automatizace datovány do druhé poloviny 80. let. Následně byl v roce 1990 ustanoven technický výbor na evropské úrovni, který ustanovil standardy pro automatizaci budov ze stávajících standardů.[3]

Pod pojmem *komunikační protokol* lze identifikovat soubor pravidel pro komunikaci mezi dvěma a více uzly (systémy) a pod pojmem *sběrnice* (z ang. Bus) si lze představit skupinu signálových vodičů, jejichž úkolem je přenos dat a řídicích povelů mezi dvěma a více elektronickými zařízeními. Sběrnice jsou dále děleny na paralelní a sériové. Rozdíl u těchto sběrnic lze nalézt v rozdělení vodičů – skupina řídicích, adresových a datových vodičů u paralelní sběrnice a sdílení dat na společném vodiči u sběrnice sériové. V případě sběrnic použitých u inteligentních elektroinstalací se většinou jedná o sběrnici sériovou.[3]

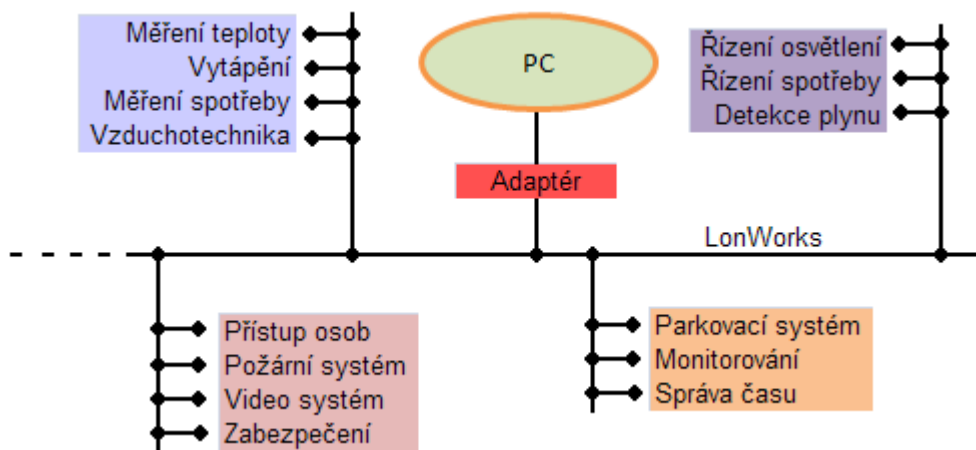
2.1 Přehled některých systémů automatizace budov

Na českém elektrotechnickém trhu lze v současnosti pozorovat velké množství velkých i menších firem zabývajících se automatizací budov, čímž je zajištěno pronikání nových technologií na český trh. Některé firmy jsou otevřené odborné veřejnosti a lze tedy jejich technologie volně prozkoumat do posledních detailů, jiné si však pečlivě hlídají „*know-how*“ své firmy. I přesto lze nabídku firem na českém trhu považovat za velmi bohatý. V následující kapitole je nabídnut přehled jiných známých systémů, mimo systém KNX a iNELS, jež jsou předmětem následujících kapitol, kde jsou oba systémy blíže specifikovány.

2.1.1 Standard LON

Počátkem 90. let byl vyvinut, americkou firmou Echelon, standard LON (Local Operating Network). LON je univerzální decentralizovaný sběrnice systém, jehož podstatou je čip s názvem Neuron.

Neuronový čip je obsažen v univerzálním čipu, obsahuje tři osmibitové procesory, paměti, časovací jednotku, vstupní/výstupní část a komunikační sběrnici. Zároveň je univerzální čip připojen na sběrnici. Komunikace probíhá za pomoci protokolu LonTalk, který je implementován již při výrobě do samotného neuronového čipu a společně tak tvoří technologii LonWorks. Topologie systémů je odvozena z počítačových sítí a původně byla vytvořena jako univerzální a levné komunikační spojení na nejnižší automatizační úrovni v různých oblastech použití. Obr. 3.[1,3,8]



Obr. 3 Sběrnice LON (převzatý obrázek z [www: www.tzb-info.cz](http://www.tzb-info.cz))

Jak je uvedeno v literatuře [3], vývoj byl dále směřován jiným směrem, než byl původní záměr vývojářů firmy. Původně byl systém vyvíjen pro automobilový průmysl, kde však postupem času bylo vývojáři zjištěno, že nesplňuje očekávané požadavky. Využití systému se pak velmi rychle rozmohlo právě v oblasti automatizace budov, kde se systém osvědčil. Z hlediska oborové aplikace se odhaduje 35 % zaměření celé produkce firmy na automatizaci budov. Ke srovnání lze uvést, že stejné procentuální vymezení aplikace zaujímá automatizace průmyslová.

Vzhledem k univerzalitě systému byla založená standardizační skupina LonMark Interoperability Association, jež čítá okolo 300 členů a její působnost je mezinárodní. Cílem organizace je standardizovat výrobky ke vzájemné kompatibilitě v systému LON. Byla stanovena pravidla pro programování a aplikace technologie LON a současně byla technologie LON standardizována v evropské normě EN 14908 – Otevřená datová komunikace v automatizaci a řízení budov. Dodržování doporučených pravidel je sice dobrovolným aktem, ale jejich nedodržení zcela dodavatele zařízení znevýhodňuje na trhu oproti dodavatelům dodávajícím doporučení organizace LON Interoperability Association. Výrobky jsou pak označeny (jako u jiných např. EIB/KNX) značkou konformity LonMark viz Obr. 4. Vzhledem k velmi

podobným možnostem systémové aplikace a uplatnění v oblasti automatizace budov je LON konkurentem Evropské instalační sběrnice KNX/EIB.[1,3,8]



Obr. 4 Značka LonMark (převzatý obrázek z [www: www.lonmark.org](http://www.lonmark.org))

2.1.2 BACnet

BACnet (Building Automation and Control Network) představuje otevřený a pružný komunikační protokol, který umožňuje použít komponenty různých výrobců. Pomocí tohoto protokolu je pak jednotlivým zařízením umožněno mezi sebou bezproblémově komunikovat, čímž je vyřešen problém interoperability a nezávislosti na výrobci zařízení. Komunikační protokol byl vytvořen organizací American Society of Heating, Refrigeration and Air – Conditioning Engineers (ASHRAE) a v 90. letech byl standardizován. Značka protokolu je uvedena na Obr. 5.[1,9]



Obr. 5 Značka BACnet (převzatý obrázek z www.bacnet.org)

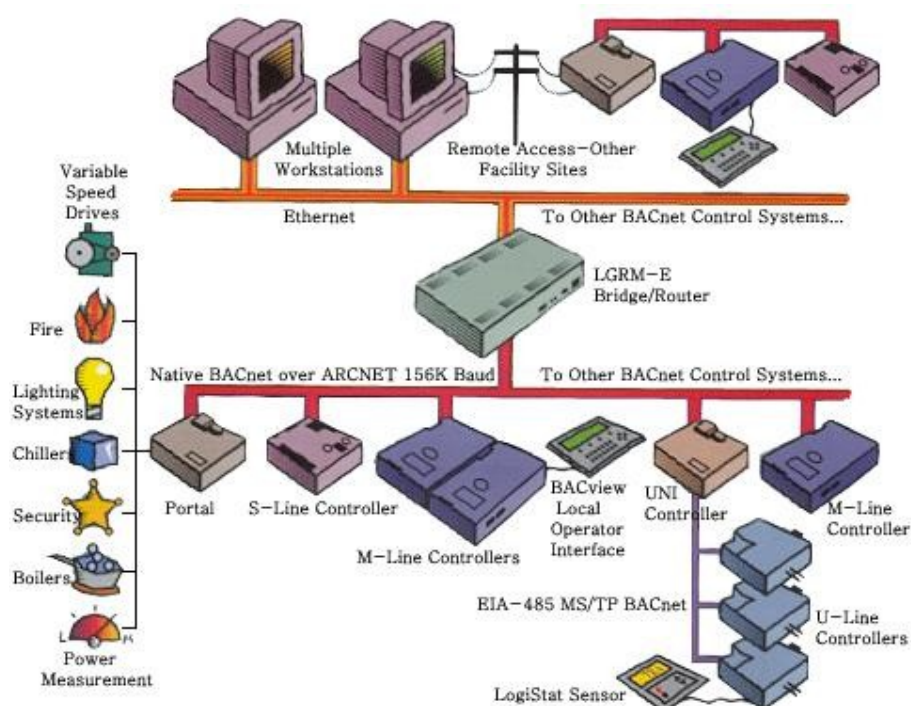
BACnet je schopen zajistit kontrolu jen vyšší vrstvy komunikačního modelu a na nižších úrovních jsou využity stávající komunikační systémy. Přenos zpráv je pak realizován jedním ze dvou možných způsobů. Buď prostřednictvím Ethernetu – BACnet/IP nebo prostřednictvím sběrnice RS 485. V případě prvého – BACnet/IP je přenos dat na přenosovém médiu pohybu realizován rychlostí 10 Mbps a 100Mbps a v současnosti je tento typ komunikace hojně využíván v automatizovaných budovách. V druhém případě – sběrnice RS 485 se jedná o přenos pomocí sériové linky a typu protokolu Master-Slave/Token-Passing (MS/TP). Protokol MS/TP má v logickém kruhu spolupracující jeden nebo více uzlů (MASTER). Sběrnice může mít i účastnické uzly (SLAVE), které však bez vyžádání MASTER nemohou vysílat zprávy.

Výběr vhodné technologie k přenosu dat je závislý na mnoha faktorech. Technologie se odlišují výkonností, náklady a dostupností přenosových médií. V případě LAN technologie se uživatel, na základě svých požadavků, může rozhodnout např. pro jednoduchou kroucenou dvojlinku, koaxiální kabel nebo pro vodiče z optických vláken. Měl by však mít na paměti následující kritéria [1,9, 10]:

- *přenosová rychlost* – skutečná průchodnost dat je menší než přenosová rychlost (prostřednictvím protokolu jsou k datovému poli připojeny dodatečné informace, jako jsou chybová hlášení, adresy aj., čímž dochází ke snížení datové průchodnosti)
- *reakční doba*- časový úsek se u technologie Ethernet nedá dopředu odhadnout, většinou je zanedbatelný
- *počet účastnických stanic*
- *maximální délka vedení*
- *náklady*

BACnet komunikační sítě, jsou obvykle složeny z několika jednotek viz Obr. 6:

- *pracovní stanice (workstations)*
- *kontroléry (controllers)*
- *brány (gateways)*
- *směrovače (routers)*
- *diagnostické nástroje*



Obr. 6 Příklad možnosti komunikace a řízení BACnet (převzatý obrázek z <http://automatizace.hw.cz>)

BACnet obvykle specifikuje většinu vlastností monitorování a řízení systémů a aplikací. Jeho nejlepší využití je v zajištění automatizace, řízení a komunikaci budov. Některá zařízení, která mají implementovanou komunikaci po protokolu BACnet, mají integrovaný webserver a je tedy možné k těmto zařízením přistupovat po zadání odpovídající IP adresy.[1,9,10]

2.1.3 Modbus

Původní aplikace protokolu Modbus jsou řazeny mezi průmyslové, nicméně bylo shledáno jejich uplatnění také v automatizaci budov. Jedná se o otevřený protokol, schopen komunikace mezi různými zařízeními a přenosu dat po různých sítích a sběrnicích. Komunikace protokolu je založena na principu přenosu datových zpráv mezi klientem a serverem (MASTER a SLAVE).

Protokol Modbus definuje dva sériové vysílací režimy *MODBUS RTU* a *MODBUS ASCII*. Zvolený režim specifikuje, v jakém formátu jsou vysílána a dekodována přenášená data. Povinností každé jednotky je podpora režimu RTU, režim ASCII je nepovinný. Na jedné sběrnici však musí všechny jednotky pracovat ve stejném vysílacím režimu.[3]

V režimu *MODBUS RTU* každý Byte zprávy obsahuje dva 4 bitové hexadecimální znaky. Zpráva musí být vysílána souvisle, mezera mezi dvěma znaky nesmí být větší než 1,5 znaku. Identifikace začátku a konce zprávy je provedena pomocí pomlky delší než 3,5 znaku na sběrnici.[3]

V režimu *MODBUS ASCII* je každý Byte poslán jako dvojice ASCII znaků, což umožňuje zasílání znaků s mezerami až 1 s, ale oproti režimu RTU je režim ASCII pomalejší. Začátek zprávy je identifikován znakem ":" a konec zprávy je identifikován dvojicí řídicích znaků CR, LF, čímž je tento režim čitelnější.[3]

U většiny systémů v budovách je vyžadována informace i z průmyslových zařízení např. z frekvenčních měničů ovladačů čerpadel nebo pohonů. Systémy založené na komunikaci protokolem Modbus lze však nalézt i na méně průmyslových aplikacích jako je přenos dat z různých čidel a následné řízení. V České republice má v této oblasti zastoupení například firma Domat Control System s.r.o, která ve své nabídce nabízí pokojová čidla teploty a pokojový ovladač s čidlem CO₂. [3, 12]

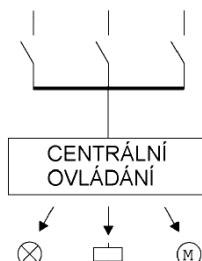
Pokojová čidla teploty jsou firmou nabízeny pro použití venkovní, vnitřní nebo průmyslové. Čidla lze začlenit do systémů vzduchotechniky, klimatizace a jiných systémů měření a regulace teplot v místnostech nebo do systémů monitorování a záznamů teplot vzduchu v interiérech. Pokojový ovladač s čidlem CO₂ viz Obr. 7 obsahuje teplotní čidlo, čidlo CO₂, volitelně čidlo vlhkosti a ovládací prvek pro nastavení požadovaných hodnot teploty a dalších veličin. Zařízení může být díky otevřenému protokolu Modbus RTU použito v libovolném otevřeném řídicím systému. Na svých webových stránkách v rámci své nabídky firma nabízí další možnosti implementace zařízení komunikující prostřednictvím sběrnice RS 485 a protokolem Modbus včetně katalogových listů a technických příruček.[3, 12]



Obr. 7 Pokojový ovladač s čidlem CO₂ firmy Domat Control Systém s.r.o. (převzatý obrázek z <http://domat.cz>)

2.1.4 Nikobus

Systém Nikobus je hybridním systémem (částečně decentralizovaný), což znamená, že vstupy (senzory) jsou zapojeny na sběrnici a výstupy jsou zapojeny hvězdicovitě na řídicí jednotku. Obr. 8.[3, 13]



Obr. 8 Princip hybridního systému (převzatý obrázek z [www. eatonelektrotechnika.cz](http://www.eatonelektrotechnika.cz))

Jedná se o jádro domovního systému Xcomfort od společnosti Moeller, který je jednoduchý a uživatelsky dostupný. Samotné jádro systému - sběrniceový systém Nikobus, byl vyroben belgickou společností Niko. Systém Nikobus byl navržen a vyvinut speciálně pro domy a byty, a proto jsou jeho funkce omezené pouze na funkce nutné v této oblasti. Komerčně byl poprvé představen v roce 1997.

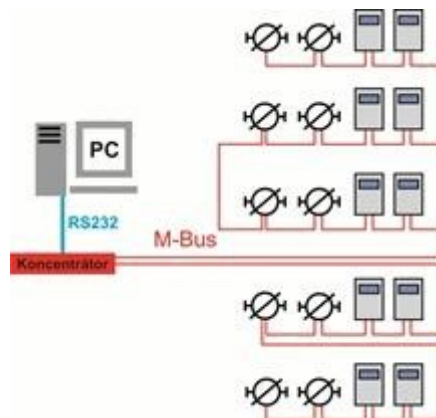
Na jednu řídicí jednotku lze prostřednictvím sběrnice připojit maximálně 256 senzorů (tlačítek nebo sběrniceových převodníků). Komunikace v systému Nikobus probíhá za pomoci povelů zapnout/vypnout bez komplikovaných příkazů a datových přenosů. Programování, nebo spíše jen nastavování parametrů funkcí nevyžaduje vždy připojení k PC, protože je standardně prováděno pomocí tlačítek programovacího adaptéru připojeného na sběrnici. Všechny vstupy (spínací, stmívací aktory či zásuvky a jiné spotřebiče) jsou přímo napojeny na řídicí, spínací, roletové nebo stmívací jednotky. Pro svou jednoduchost je tento systém cenově velmi výhodný. Na webových stránkách společnosti Eaton Corporation (<http://www.eatonelektrotechnika.cz/>) lze nalézt zcela velké množství informací firmy Moeller, o sběrniceovém systému Nikobus, včetně uživatelského manuálu, obsahujícího podrobné informace nejen o samotné instalaci systému, ale i jeho naprogramování.[3, 13]

2.1.5 M-bus

Přestože je sběrniceový systém M-bus (Meter-Bus) prvotně průmyslovým systémem, i on začíná pronikat do systémů automatizace budov. Systém M-bus je v praxi využíván pro aplikace sběru dat z měřičů odběru médií (vody, plynu, tepla, elektřiny). Nejčastěji se jedná o měřiče spotřeby tepla, průtoku a odběru plynu. Zařízení je propojeno s řídicí jednotkou a prostřednictvím koncentrátoru jsou data uložena do PC, kde jsou dále zpracovávána. Komunikace mezi koncentrátorem a PC je uskutečňována prostřednictvím sériové sběrnice RS 232. Obr. 9.[3, 13]

Data na sběrnici M-bus jsou asynchronně přenášena s délkou 8 bitů a sudou paritou (sudý počet jedničkových bitů ve slově). Přenos dat odpovídá komunikaci MASTER/SLAVE a mezi jednotlivými znaky nesmí být časové mezery. Přenos bitů mezi řídicí jednotkou a uživatelskou stanicí odpovídá hodnotám log 0 a log 1, kdy tyto úrovně jsou odlišeny

hodnotami napětí a proudu. Na sběrnici M-bus může komunikovat až 250 stanic. Přenosová rychlost závisí na délce kabeláže a pohybuje se v rozsahu 300 – 9600 Bd, přičemž maximální délka kabeláže je 1000 m. Je-li potřeba rozsáhlejšího systému, lze přejít na složitější konfiguraci, která spočívá v rozdělení systému na jednotlivé *zóny*. Jednotlivé *zóny* se skládají ze *segmentů*, která jsou připojená pomocí vzdálených opakovacích a řízená řadiči zóny.[3, 13]



Obr. 9 Komunikace na sběrnici M-bus (převzatý obrázek z [www: http://www.tzb-info.cz/](http://www.tzb-info.cz/))

2.1.6 Jiné, méně známé systémy

Mezi systémy používané v automatizaci budov dále patří systém *SNMP* (*Simple Network Management Protokol*). Jedná se o aplikační protokol, jehož podstatou je komunikace klient/server. Slouží ke správě uzlů sítě prostřednictvím IP adresy a umožňuje administrátorům zvyšovat nejen výkon sítě, ale i hledat a řešit problémy na síti. Jeho využití v automatizaci budov lze vidět na *WAGO I/O systému* firmy *Wago Elektro s.r.o.* (<http://www.wago.com>), kde lze pozorovat modulární otevřený řídicí systém s širokými možnostmi aplikace viz Obr. 10. Uplatnění systému SNMP prostřednictvím WAGO I/O lze sledovat při řízení kotelen, výměňkových stanic, vzduchotechniky, ale i při řízení jednotlivých místností (teplota, ventilace, osvětlení či zastínění). Komunikace je otevřená pro velké množství protokolů a za pomoci protokolu SNMP je možná také jeho integrace do IT systému.[3,14,15]



Obr. 10 Modulární Wago systém (převzatý obrázek z [www: http://www.tzb-info.cz/](http://www.tzb-info.cz/))

Dalšími již méně známými systémy v automatizaci budov jsou například systémy *C-bus* a *OPC*. Také v tomto případě se prvotně jedná o systémy spíše průmyslové, ale jejich využití se našlo i v systémech automatizace budov. Systém *OPC (OLE for Process Control)* je vytvořen ve spolupráci mnoha světových dodavatelů hardwaru a softwaru v oblasti automatizace a ve spolupráci s firmou Microsoft. Je společným rozhraním pro vzájemnou komunikaci mezi různými zařízeními pro monitorování a řízení, například v systému *C-bus*. *OPC* standard je založen na technologii *OLE/COM/DCOM* společnosti Microsoft. V České republice je technologie zastoupena firmou *MERZ s.r.o.* Nadnárodně je standard definován, udržován, šířen a prezentován organizací *OPC Foundation* (<http://www.opcfoundation.org>).[3,16,17]

Ryze českým systémem se může pyšnit firma *ABB s.r.o, Elektro Praga*. Systém domovní automatizace *ABB Ego-n* je centralizovaným systémem komunikujícím po sběrnici. Systém nabízí veškeré základní požadavky kladené na systémy automatizace domácností. Systém *Ego-n* je modulární a jeho programování je zajištěno pomocí tlačítek obdobně jako u systému *Nikobus*. [18]

V roce 1996 vyvinula firma *Honeywell* systém otevřeného protokolu pro sjednocení přístupu k ovládání bojlerů a kotlů – *OpenTherm*, který na rozdíl od ostatních pracuje na principu *point-to-point*. *Point-to-point* propojení znamená spojení jedné jednotky (master) a jedné jednotky (slave), tato přijímá příkaz od kontroléru a dle něj reaguje. [18]

Specifickým systémem je *DALI (Digital Adressable Lighting Interface)* určený speciálně pro řízení osvětlení, především stmívání. Jedná se o otevřený standardizovaný protokol pracující na principu systému typu master/slave. [18]

Z výše uvedeného přehledu systémů pro automatizaci budov vyplývá několik základních kritérií pro užívané protokoly a systémy. Prvním je jejich otevřenost, což znamená, že komunikace je založena na veřejně dostupném standardu a tím je systém kompatibilní s výrobky jiných výrobců, se kterými může volně komunikovat. Mezi otevřené systémy patří *LON*, *KNX*, *OpenTherm*, *DALI*. Naopak uzavřené systémy (např. *Egon*, *Nikobus*, *iNELS*) díky svému omezení, kdy specifikace způsobu komunikace a fungování systému není běžně dostupná, se jeví být nevýhodné pro svou závislost na jediném výrobcí. Mezi další kritéria pak patří centralizovanost a komplexnost systémů automatizace budov. [18]

3 SYSTÉM KNX/EIB

KNX/EIB (Konnex/European Installation Bus) – Evropská instalační sběrnice je komunikačním systémem a celosvětovým standardem pro systémovou techniku budov. Popularitu systému zvyšují fakta, že se jedná o systém jednoduchý a přehledný. Mnoho charakteristik běžných systémů sběrnic v automatizaci jsou typické i pro KNX/EIB jako například rychlost přenosu, metody přístupu na sběrnici, telegram, protokol apod. Díky tomuto se dostává systém KNX/EIB také do školních osnov technických oborů. Systém se právě pro svou jednoduchost a přehlednost dobře projektuje, programuje i implementuje do provozu. Některá literatura [1,3,21] uvádí, že v dnešní době se až 10 % všech odborných firem zabývá projektováním a instalací systému KNX/EIB. Znalost systému KNX/EIB je proto považována za stěžejní ve znalostech inženýra v oboru technických zařízení budov. [21]

V 80. letech minulého století začal vznikat základ systému KNX/EIB u německé firmy *Siemens*. V tomto období se projevilo, že klasická elektroinstalace již dále není schopna plnit vzrůstající nároky uživatele na komfort a úsporu energie. Na trhu již sice byly centralizované systémy, ty však nebyly schopny plošně pokrýt celou rozlohu objektu. A tak tým vývojových pracovníků firmy *Siemens* přišel s nápadem standardizované datové komunikace jednotlivých prvků, které by tak mohly být dále vzájemně doplňovány a rozšiřovány i produkty jiných výrobců. Následkem toho vznikl roku 1987 spolek *Instabus – Gemeinschaft*, který si kladl za cíl vývoj decentralizovaného systému pro měření, regulaci a sledování provozních stavů v budovách. Jelikož se však ukázalo, že se nelze orientovat pouze na německý trh, byla v květnu 1990 založena mezinárodní organizace *European Installation Bus Association (EIBA)*, se sídlem v Bruselu. Organizace EIBA si kladla za cíl rozšířit a uplatnit sběrnicevý systém EIB a prosadit jej jako mezinárodní normu.[1,3,21]

V květnu 1999 došlo ke sloučení *EIBA* s organizací zaštiťující francouzský standard *Batibus (BCI)* a organizací zaštiťující evropskou normu komunikace pro domácí spotřebiče (*EHSA*) a vznikla tak nadnárodní společná organizace *Konnex*, zastřešující všechny tři zmíněné technologie. Standard je zakotven mj. v evropské normě EN 50090.

Asociace KNX má dnes více než 30 000 technických partnerů ze 75 zemí světa.[1,3,21]

3.1 Základní principy systému KNX/EIB

Systém KNX/EIB je systémem decentralizovaným sběrnicevým, který se skládá z různých KNX prvků připojených na společnou sběrnici. Pro lepší přehlednost v orientaci v systému KNX/EIB je vhodné si používané systémové prvky rozdělit na dvě základní skupiny – *aktory* a *senzory*. Každý prvek disponuje svou jedinečnou fyzickou adresou, sloužící k jeho identifikaci.

Komunikace mezi jednotlivými členy pak probíhá pomocí tzv. telegramů, jež obsahují informaci o povelu, jak se má daný člen zachovat, po sběrnici. Každý účastník sítě si může vyměnit informaci s každým účastníkem sítě pomocí telegramu. Množství produktů, které je možno připojit na sběrnici KNX, je v dnešní době na trhu nepřehledné množství, a i to je jeden

z důvodů proč je praktické si jednotlivé prvky rozřadit do skupin podle své funkce – snáze tak lze následně nalézt vhodný produkt v katalozích specializovaných firem nabízející produkty pro sběrnici KNX.[1,19,20]

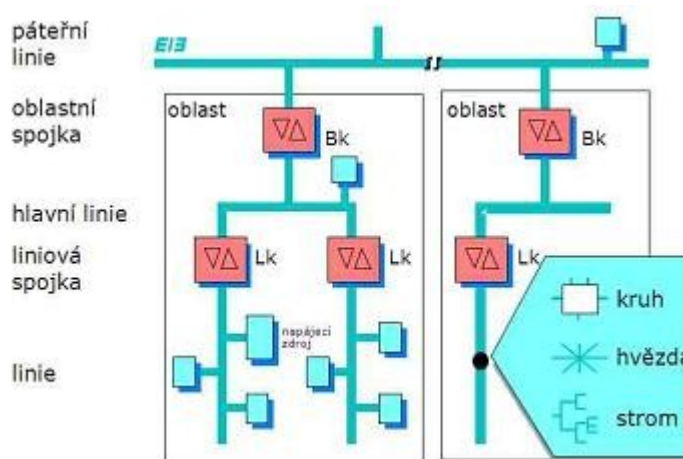
Rozdělení prvků podle jejich funkce:

- AKTORY - prvky, vykonávající povel (akci), patří sem např. řídicí jednotky motorů rolet a ventilačních oken, spínací a stmívací aktory (řízení osvětlení), analogové výstupní jednotky pro ovládání servopohonů
- SENZORY – prvky, poskytující vstupní informaci do systému, patří sem např. teplotní čidlo, tlačítka, binární jednotky, termoregulátory, pohybová čidla apod.
- SYSTÉMOVÉ PŘÍSTROJE – např. napájecí zdroje, akumulátory, liniové a oblastní spojky, liniové zesilovače, sběrnice spojky rozhraní RS 232, resp. USB, IP rozhraní
- OSTATNÍ – logické moduly, kontrolní panely apod.[1,19,20]

Existují produkty, jež mohou být aktory i senzory současně např. Somfy KNX motor controller, který kromě řízení motorů disponuje 8 binárními vstupy, čímž se stává zástupcem aktorů i senzorů současně. Konkrétní produkty lze v závislosti na jejich umístění, kde budou použity, zakoupit v různých provedeních – instalace pod omítku, instalace na omítku nebo jako vestavěné přístroje na lištu v rozvaděčích.[20]

3.2 Topologie systému KNX/EIB

Základní topologickou jednotkou celého systému je linie s maximálně 256 programovatelnými připojeními ve čtyřech větvích s maximem 64 prvků. Až 15 propojených linií tvoří linii hlavní a 15 oblastí lze propojit páteřní linií. Tato tříúrovňová struktura sítě však vyžaduje oddělovače oblastí a linií, bez nich je síť omezená pouze na jednu – páteřní linii. Obr. 11.[1,19,20]

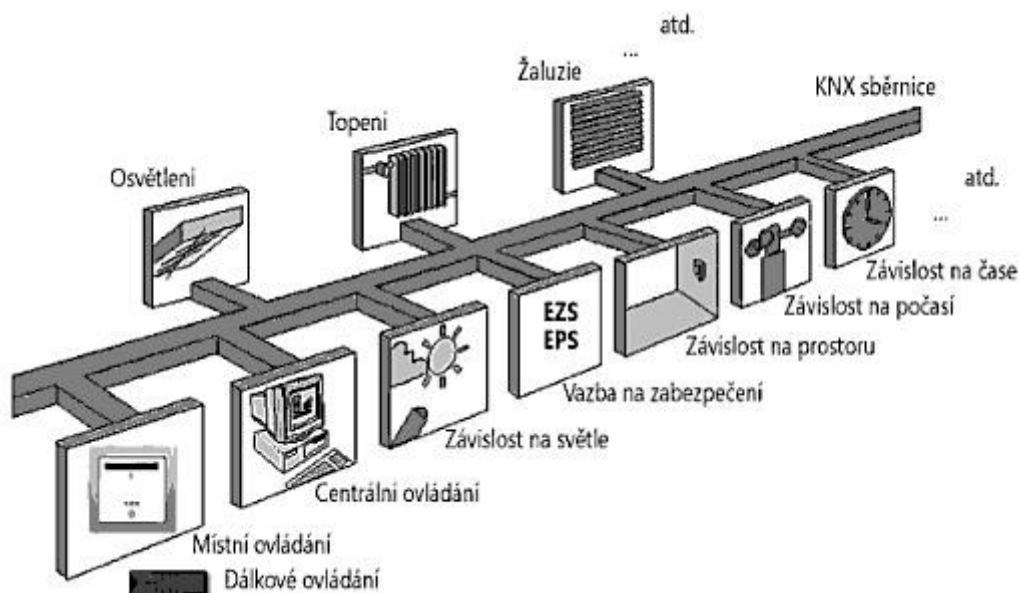


Obr. 11 Struktura sítě KNX (převzatý obrázek od Somfy spol.s.r.o , rok vydání neznámý, s. 6)

Oddělení oblastí a linií je zajištěno systémovým přístrojem, který může sloužit zároveň jako liniový opakovač, či jako liniová nebo oblastní spojka. Tato funkce je přístroji přiřazena již v úrovni projektování systému, přiřazením specifické individuální adresy.

Každá linie i oblast musí mít svůj zdroj napájení. Výhodou tohoto uspořádání je fakt, že se tak jednotlivé oblasti a linie stávají zcela nezávislými na jediném zdroji, přičemž je daná oblast napájena zdrojem umístěným v nadřazené linii. Součástí zdroje napájení je tlumivka, která zajišťuje bezproblémový a ničím nerušený přenos dat po sběrnici. Napájecí zdroj zajišťuje napětí 24 V DC pro každého účastníka zvolené oblasti. Zdroj napájení z hlediska jmenovitého proudu je možno volit 160 mA, 320 mA a 640 mA. Volba zdroje napájení z hlediska jmenovitého proudu musí proběhnout již ve fázi projektování systémů, neboť jeho volbou je předurčen počet účastníků dané oblasti. Je-li použit zdroj napětí o jmenovitém proudu 640 mA, pak je možno k tomuto zdroji připojit maximálně 64 účastníků.

Dvoužilová sběrnice současně slouží k zajištění komunikaci mezi jednotlivými prvky a zároveň napájení pro mikroprocesorové jednotky, kterými je zprostředkováno připojení programovatelných prvků na sběrnici Obr. 12. [1,19,20]



Obr. 12 Princip komunikace po sběrnici KNX (převzatý obrázek od Kunc, 2010, s. 113)

Pro jednoznačnou identifikaci účastníka slouží fyzická adresa, která má podobu *Oblast x Linie x Účastník* a její rozmezí se pohybuje od 0.0.1 do 15.15.255. Podle fyzické adresy lze poznat přesné umístění účastníka, což je důležité při konfiguraci systému. Pro běžný provoz zařízení není fyzická adresa podmínkou, je však důležitá v diagnostice a řešení chyb, výměny prvku či potřebě programování přes sběrniceovou spojku jiného prvku. Jednotlivé fyzické adresy jsou účastníkům přiděleny při samotném prvotním programování systému.

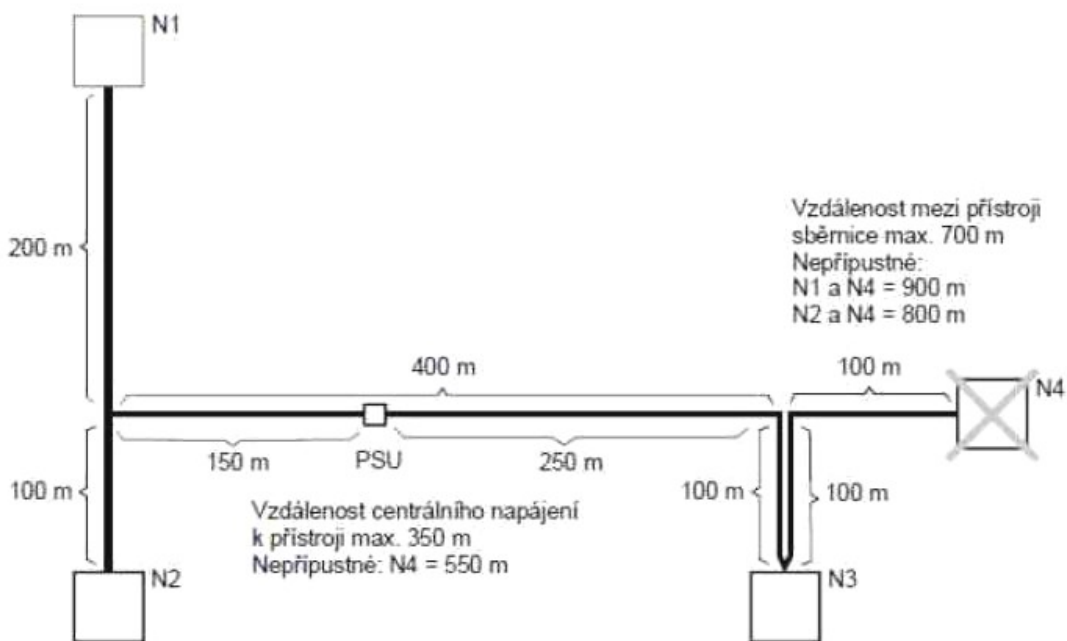
Pomocí liniových zesilovačů, oblastních a liniových spojek lze navýšit počet účastníků v daném segmentu, a to až na 57 600 účastníků při plném využití liniových zesilovačů a oddělovačů v rámci jedné KNX sběrnice.[20]

3.2.1 Sběrnice systému KNX/EIB

Jako fyzickou vrstvu k přenosu dat lze použít:

- *twisted pair* (kroucený pár) – komunikační rychlost 9,6 kbit/s
- *power line* (síťové vedení) – metalické vodiče, komunikační rychlost 1200 bit/s, nosná přenosová frekvence 110 kHz
- *RF* (bezdrátový přenos) – přenos na frekvenci 868 MHz
- *infra* – infračervený bezdrátový přenos
- a dále lze použít i média založené na IP komunikaci.

Při použití *twisted pair* (kroucený pár vodičů) lze vytvořit libovolnou topologii sítě s výjimkou topologie kruhu. Délka vodičů, při použití krouceného páru, je maximálně 1000 m v jedné linii. Ovšem maximální přípustná vzdálenost mezi dvěma komponenty je maximálně 700 m. V případě, že je přístroj napájen sběrníci, nesmí být jeho vzdálenost od napájecího zdroje delší než 350 m. Maximální počet napájecích zdrojů v jedné linii jsou dva a jejich vzdálenost mezi sebou je minimálně 200 m. Obr. 13 [20]



Obr. 13 Vzdálenosti (převzatý obrázek od Somfy spol.s.r.o , rok vydání neznámý, s. 10)

4 SYSTÉM iNELS

Systém iNELS je dalším z mnoha systémů inteligentních elektroinstalací. Svým rozsahem je systém navržen a určen pro použití v rodinných domech a kancelářích, pro něž obsahuje odpovídající funkce.

Vývoj systému byl započat v prostředí českých firem ELKO EP, s.r.o. a Teco, a.s. Jedná se o systém centralizovaný sběrníkový, který kromě všech klasických požadavků na řízení rodinných domů (osvětlení, žaluzie, HVAC) nabízí například i možnost hlasového ovládání, které je dnes již téměř standardem i u jiných obdobných systémů automatizace budov. [3, 23]

V prohlášení vydaného firmou Teco, a.s, viz Příloha VIII., v červnu 2011, které je volně zveřejněno například na webových stránkách firmy Teco, a.s, [24] lze sledovat nástin historie systému iNELS. V roce 2007 na základě smlouvy mezi firmou ELKO EP, s.r.o. a Teco, a.s., byl vyvinut systém iNELS II jako společný produkt obou firem viz Příloha VIII. V této podobě systém zahrnoval centrální jednotku na bázi PLC FOXTROT, instalační sběrnici CIB kompatibilní se systémem FOXTROT, firmware k systému iNELS II a dále na základě smlouvy byla upravena vlastnická práva ochranné značky iNELS a další ujednání firem o společné propagaci a vývoji systému.[24]

V květnu 2011 došlo však k vypovězení smlouvy ze strany ELKO EP, s.r.o. Následkem toho vydala firma Teco, a.s. v červnu 2011 výše uvedené prohlášení, ve kterém uvádí, že smlouva byla porušována ze strany firmy ELKO EP, s.r.o., hájí zde svá práva na užívání sběrnice CIB, uvádí své produkty fungující na stejném principu jako produkty firmy ELKO EP, s.r.o. a jednoznačně se distancuje od jakýchkoli produktů firmy ELKO EP, s.r.o. po datu 1. 1. 2009.[24]

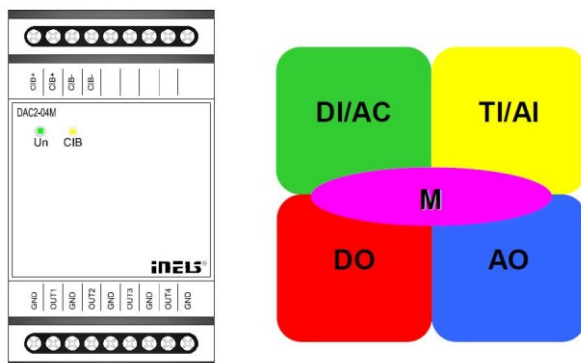
Z výše uvedeného prohlášení firmy Teco, a.s., je také zřejmé, že problematika vlastnických práv na produkty iNELS je poněkud problematická a není tak jednoduché popsat vznik samotného systému. V současnosti je výhradním distributorem a výrobcem produktů systému iNELS společnost ELKO EP, s.r.o.[22]

4.1 Základní principy systému iNELS

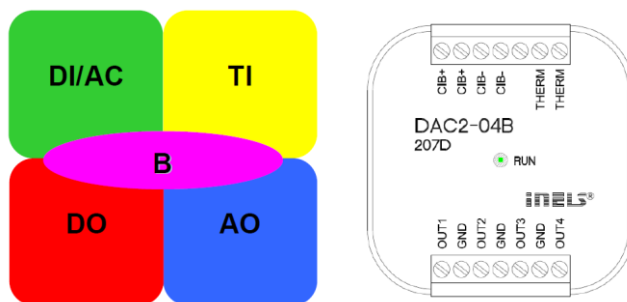
V případě systému iNELS se jedná o systém centralizovaný, což znamená, že celý systém je řízen z jediného místa – centrální jednotky. Tento systém využívá pro komunikaci mezi jednotlivými prvky dvou vodičovou instalační sběrnici. Systém iNELS disponuje dvěma typy sběrnic, a to instalační sběrnici *CIB* (*Common Installation Bus*) a systémovou sběrnici *TCL2*. Jednotlivé prvky systému iNELS se dělí na prvky systémové a příslušenství.[4, 22, 23]

Systémovými prvky jsou veškeré komponenty, které jsou připojeny ke sběrníci systému iNELS a jejímž prostřednictvím spolu navzájem komunikují. Jsou to centrální jednotka CU2-01M včetně svého potřebného příslušenství (oddělovač sběrnice od napájení BPS2-02M a BPS2-01M), rozšiřující prvky sběrnice CIB (externí master MI2-02M), vstupní a výstupní prvky (senzory a aktory). Systémové prvky mohou být distribuovány ve třech provedeních.

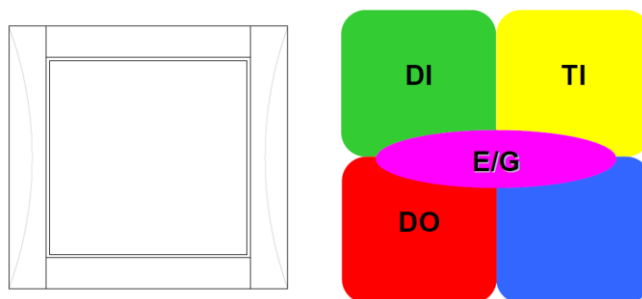
Provedení M pro montáž na DIN lištu, provedení B pro montáž do instalační krabice a provedení E/G – interiérové (designové) prvky. Obr. 14, Obr. 15, Obr. 16.[23]



Obr. 14 Provedení M pro montáž na DIN lištu (převzatý obrázek od iNELS, *Instalační příručka*, revize 2009, s. 6)



Obr. 15 Provedení B pro montáž do instalační krabice (převzatý obrázek od iNELS, *Instalační příručka*, revize 2009, s. 6)

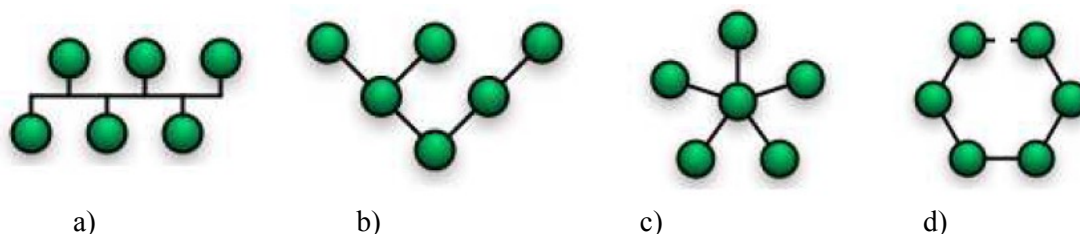


Obr. 16 Provedení E/G – interiérové prvky (převzatý obrázek od iNELS, *Instalační příručka*, revize 2009, s. 7)

Mezi příslušenství jsou zařazeny prvky, které nejsou přímo připojeny ke sběrníci systému iNELS, ale jsou připojeny k jednotlivým systémovým prvkům. Jsou to: napájecí zdroj, senzory elektrické zabezpečovací signalizace (EVS) a senzory elektrické požární signalizace (EPS), teplotní senzory a dotykové displeje.[23]

4.1.1 Sběrnice CIB systému iNELS

Instalační sběrnice CIB je dvou vodičovou sběrnicí s libovolnou topologií s výjimkou uzavřeného kruhu viz Obr. 17, vlastní komunikace je namodulována na stejnosměrném napájecím napětí.



Obr. 17 Topologie sběrnice CIB – a) topologie liniová, b) topologie stromu, c) topologie hvězdy, d) topologie neuzavřeného kruhu (převzatý obrázek od iNELS, *Instalační příručka*, revize 2009, s. 8)

Komunikace probíhá na principu *MASTER/SLAVE*, přenášená informace se pohybuje jako kompaktní zpráva (256 byte/zpráva) přes instalační sběrnici od jednoho senzoru k jednomu či více aktorům. Odezva systému je do 150 ms i při plném zatížení (využití připojení maximálního možného počtu aktorů na sběrnici). Tato odezva je člověkem vnímána jako okamžitá reakce.[4,22,23]

Napájení zprostředkovává napájecí zdroj se stejnosměrným napětím 27,2 V DC nebo 24 V DC. Pro správnou funkčnost sběrnice a napájení připojených aktorů je důležité napájení připojit přes oddělovač sběrnice od napájecího zdroje (BPS2-02M nebo BPS2-01M), což zajistí dle výrobce optimální funkčnost jednotlivých komponent. Prostřednictvím sběrnice CIB není zajištěn pouze přenos informací mezi jednotlivými komponenty, ale je rovněž zajištěno i jejich napájení. Systém umožňuje použití záložních akumulátorů (2x 12 V), které v případě výpadku elektrické energie zajistí napájení celého systému potřebným stejnosměrným napětím. V případě použití těchto záložních akumulátorů je potřeba systém napájet 27,2 V DC, aby bylo zajištěno trvalé dobíjení akumulátorů. Záložní napětí produkované akumulátory supluje napájecí napětí produkované napájecím zdrojem, tzn., že systém zůstává provozuschopný v oblastech zabezpečovacích a komunikačních funkcí. Provozušopné však nebudou spotřebiče napájené 230 V.[4,22,23]

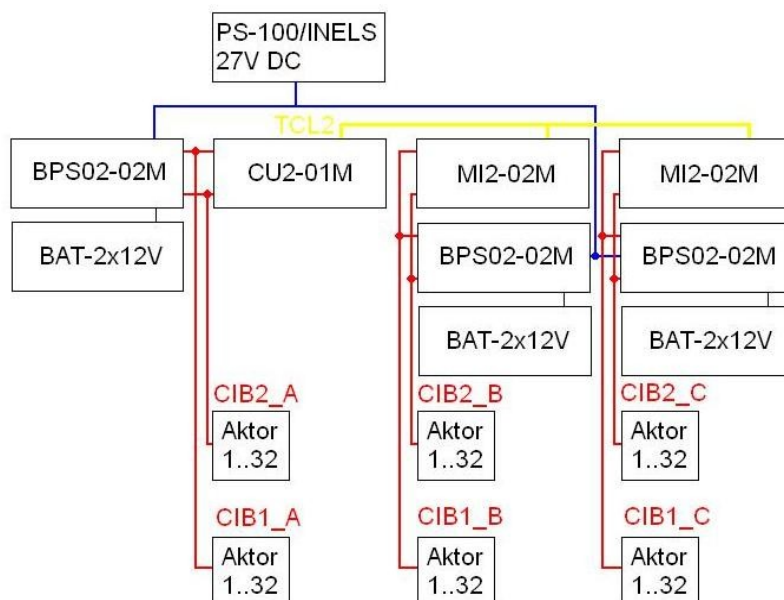
K instalaci CIB sběrnice výrobce doporučuje použití krouceného stíněného kabelu (stínění je nutno uzemnit pouze na jednom konci) s průřezem žíly alespoň 0,8 mm² (např. J-Y(St)Y 2x2x0,8; YCYM 2x2x0,8). Délka sběrnice CIB je stanovena výrobcem na maximální vzdálenost 550 m mastera od nejvzdálenější jednotky. Tato limitace vzdálenosti je dána úbytkem napětí na kabelu sběrnice jedné větve, tzn. nejvzdálenější jednotka připojená k této sběrnici, musí mít napájecí napětí v dané toleranci. Při instalaci sběrnice je důležité zohlednit mechanické vlastnosti kabelu, které udává výrobce. V neposlední řadě systém umožňuje souběh se silovým vedením, ale z důvodu zajištění bezproblémového přenosu dat po sběrnici CIB je doporučena minimální vzdálenost vedení sběrnice CIB 30 cm od silového vedení.[4,22,23]

K jedné větvi této sběrnice je možno připojit až 32 aktorů. Centrální jednotka CU2-01M je vybavena dvěma větvemi sběrnice CIB, a to CIB1 a CIB2. Tzn., že k centrální jednotce CU2-

01M je možno připojit maximální počet 64 aktorů. V případě potřeby zvýšení počtu aktorů lze systém rozšířit, pomocí externích modulů, o další větve.[4,22,23]

4.1.2 Systémová sběrnice TCL2 systému iNELS

Systémová sběrnice TCL2 je využívána výhradně pro možnost připojení externích modulů. K jedné centrální jednotce CU2-01M se systémovou sběrnicí TCL2 lze maximálně připojit dva externí moduly MI2-02M. Jeden externí modul disponuje dvěma větvemi sběrnice CIB, z čehož plyne, že maximální počet sběrnic CIB v jednom systému je šest větví. Na každou z 6 ti větví je možno připojit 32 aktorů, tzn. maximálně je možno v systému připojit až 192 aktorů. U každého externího modulu MI2-02M je nutno použít oddělovač sběrnice od napájecího zdroje (BPS2-02M nebo BPS2-01M) pro napájení jeho dvou větví sběrnice CIB. Použitím oddělovače sběrnice od napájecího zdroje, se zde opět nabízí možnost připojení záložního akumulátoru pro případ výpadku elektrického proudu. V případě, že bude u externího modulu MI2-02M využívána jen jedna větev CIB sběrnice, pak musí být použita větev CIB1 na externím modulu. Tuto podmínku je důležité dodržet z důvodu napájení externího modulu MI2-02M z této větve.[4,22,23]



Obr. 18 Zjednodušené schéma topologie systému iNELS

Systémová sběrnice TCL2 vychází ze standardu sériové sběrnice RS-485. Topologie této sběrnice je liniová s možností vícebodového sériového spojení. Pro propojení modulů je využito kabelu obsahující minimálně jeden kroucený pár vodičů s označením TCL2+ a TCL2- a jednoho vodiče pro propojení GND svorek. Vedení sběrnice musí být na obou stranách zakončeno odporem 120Ω. Centrální jednotka CU2-01M – počátek vedení sběrnice, je již tímto odporem vybavena od výrobce uvnitř jednotky a na poslední externí modul MI2-02M – konec vedení sběrnice, je nutno odpor 120Ω instalovat. Zakončovací odpor je dodáván spolu s modulem MI2-02M. Tento odpor je uzpůsoben pro zasunutí pod svorky TCL2+ a TCL2- a spolu s vodiči zajištěn šroubovými svorkami. Vedení systémové sběrnice je výrobcem doporučeno o délce do 300 m.[4, 22, 23]

5 NÁVRH MODELU ŘÍZENÉHO SYSTÉMEM iNELS

Nedílnou součástí diplomové práce je návrh a výroba modelu rodinného domu s demonstrací řízení elektroinstalace. Model je osazen komponenty systému iNELS. Systém iNELS poskytuje komplexní řešení v problematice inteligentní elektroinstalace, což je jedním z důvodů, proč je model řízen právě tímto systémem. Díky komplexnosti systému byly jednotlivé komponenty pro model vybírány ze dvou aspektů. Jedním z aspektů byla možnost použití pro model co možná nejvíce komponentů za účelem demonstrace širokého spektra funkcí poskytujících tímto systémem. Druhým aspektem je přínos rozšíření vědomostí studentů v oblasti systémů inteligentních elektroinstalací při výuce předmětu „Řízení provozu budov“.

Inspirací pro vznik tohoto modelu byl již existující model řízený pomocí systému EIB/KNX na Katedře kybernetiky a biomedicínského inženýrství VŠB – TU Ostrava. Následně bude možno porovnat funkcionalitu obou modelů založených na řízení rozdílnými systémy řízení.

Návrh osazení modelu komponenty systému iNELS

Jádrem systému iNELS jsou tři jednotky, bez kterých se elektroinstalace systému iNELS neobejde. Jedná se o napájecí zdroj, který je srdcem celého systému; centrální jednotku, která je „mozkem“ celé instalace a oddělovač sběrnice od napájení, který je nutno použít pro impedanční oddělení sběrnice CIB od napájecího zdroje.

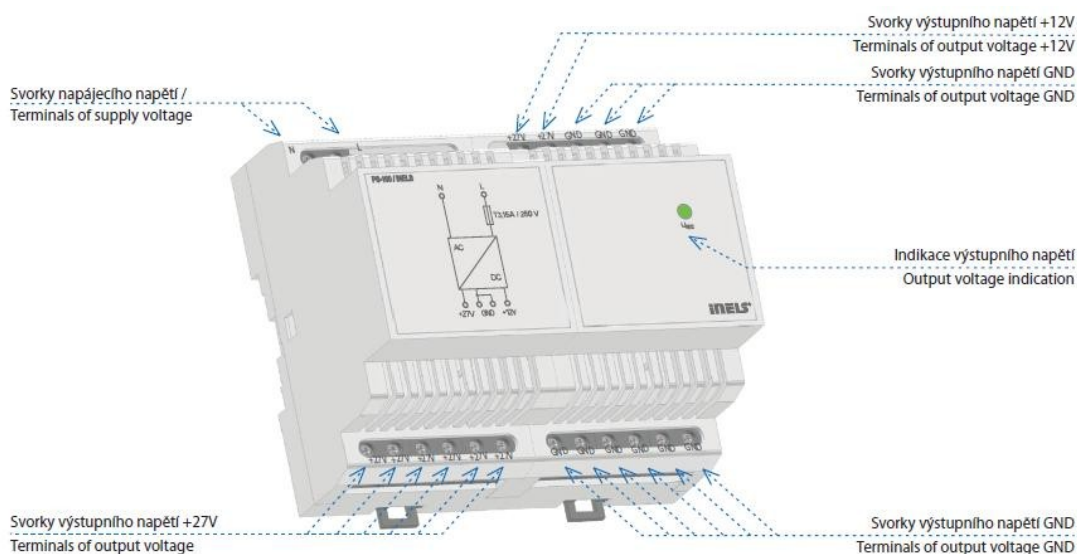
Navrhovaný model bude složen z komponent, zastupující následující funkce:

- *systémové jednotky* – napájecí zdroj PS-100/iNELS, centrální jednotka CU2-01M, oddělovač sběrnice od napájecího napětí BPS2-02M a spínací zdroj napětí s pevným výstupním napětím PS-30-12
- *aktory* - spínací dvanáctikanálový aktor SA2-012M, spínací jednobáňový aktor SA2-01B, univerzální stmívací dvoubáňový aktor DA2-22M, roletový aktor pro 230V/50Hz JA2-02B, roletový aktor pro 24V DC JA2-02B/DC a ovládač termohlavice HC2-01B/AC
- *převodníky* – čtyřkanálový převodník digital - analog DAC2-04M a jednotka binárních vstupů IM2-20B
- *ovladače* – nástěnný ovladač WSB2-40/G a multifunkční jednotka SOPHY2/G
- *dotykový panel* – ovládací dotyková jednotka EST-2/B
- *EZS komponenty* – PIR detektor pohybu osob JS-20
- *příslušenství* – termoelektrický pohon ALPHA 230/NO a teplotní senzor TC-3
- *ostatní komponenty* – RGB modul

5.1 Systémové jednotky

- **Napájecí zdroj PS-100/iNELS**

Pro napájení modelu je použit spínaný stabilizovaný napájecí zdroj využitelný v oblasti měření a regulace. Napájecím zdrojem je zajištěno napájení všech jednotek inteligentní elektroinstalace iNELS. Výstupní napětí zdroje je 27 V DC a 12 V DC se společnou svorkou GND o jmenovitém výkonu 100 W. Zdroj napětí na výstupu je galvanicky oddělen od napájecího napětí. Velikost výstupního proudu je omezena elektronickou pojistkou, dojde-li k úplnému zkratu, je výstupní napětí odpojeno. [25]



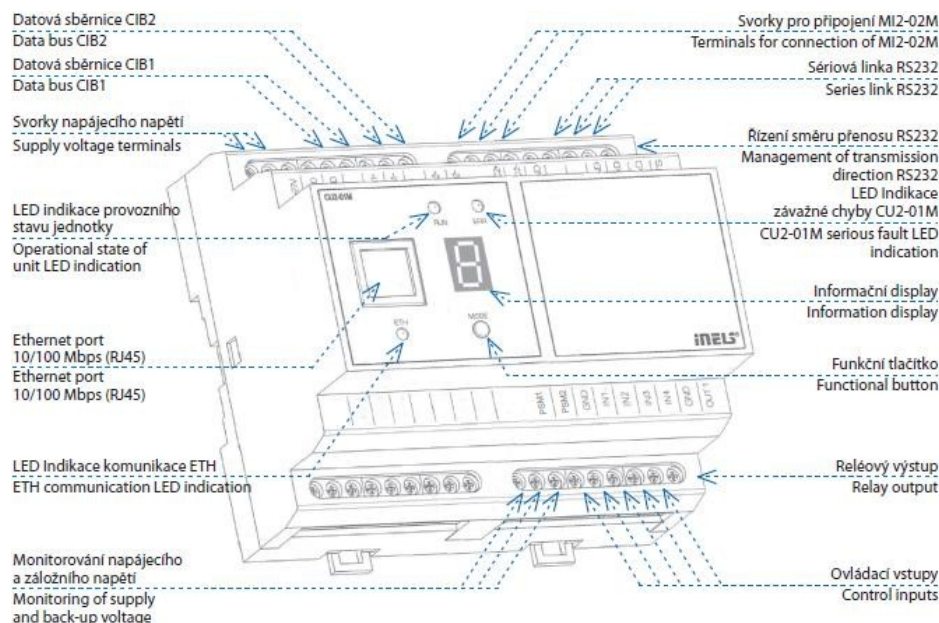
Obr. 19 Napájecí zdroj PS -100/iNELS a jeho popis (převzatý obrázek z www.elkoep.cz)

- **Centrální jednotka CU2-01M**

Centrální jednotka řídí celou elektroinstalaci, je prostředníkem mezi uživatelským programovým prostředím a jednotkami připojenými k CIB sběrnici. Disponuje dvěma větvemi CIB sběrnice a prostřednictvím TCL2 sběrnice je možno počet CIB větví zvýšit o další čtyři větve CIB sběrnice. Jednotka je schopna si sama hlídat napájení systému pomocí připojení k PSM svorkám na jednotce. Dále je jednotka vybavena čtyřmi bezkontaktními vstupy pro možnost připojení externích ovladačů jako např. tlačítka, vypínače atd.[25]

Na čelním panelu jednotky je umístěn RJ45 Ethernet port skrze kterého lze systém konfigurovat pomocí PC. Rovněž je možno, přes port RJ45 Ethernet, jednotku připojit k internetu a celý systém konfigurovat a ovládat vzdáleně. Dále je zde umístěn displej zobrazující stav jednotky a MODE tlačítko. Stisknutím tohoto tlačítka je na displeji zobrazena informace týkající se nastavení komunikace – IP adresa, maska a brána sítě. Jednotka má vestavěný webserver, jehož prostřednictvím je umožněno vzdáleně pomocí internetového prohlížeče ovládat všechny nakonfigurované uživatelské funkce (PC, PDA, MOBIL, TABLET).

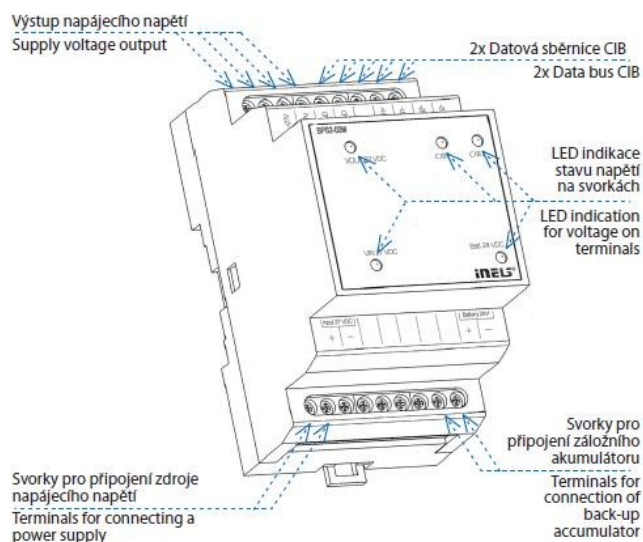
Centrální jednotka je spravována a konfigurována prostřednictvím konfiguračního software iNELS Designer and Manager (IDM).[25]



Obr. 20 Centrální jednotka CU2-01M a jeho popis (převzatý obrázek z www.elkoep.cz)

- **Oddělovač sběrnice od napájecího napětí BSP2-02M**

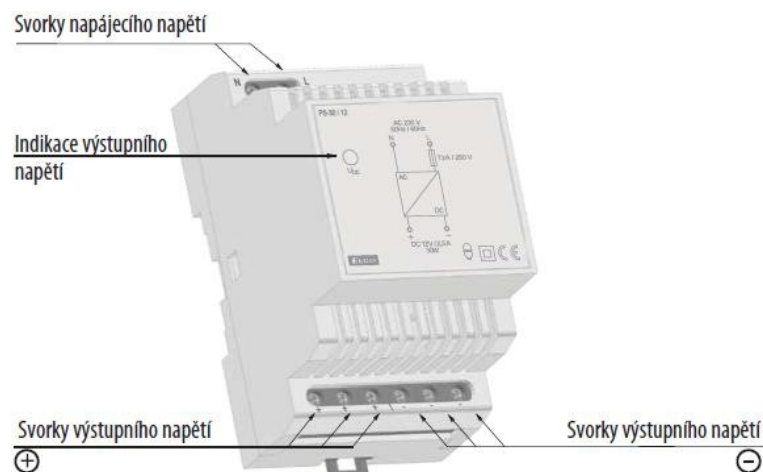
Hlavním úkolem oddělovače je impedančně oddělit CIB sběrnici od napájecího napětí. Skrze něj je napájena centrální jednotka. Jednotka umožňuje díky připojeným akumulátorům (2x12V) zálohovat napájení celé instalace. Výstupy jsou chráněny elektronickou ochranou, stav této ochrany a stav napětí na CIB sběrnici je indikován LED diodami na čelním panelu této jednotky. Oddělovač sběrnice je nutno použít i u jednotek, které systém rozšiřují o další větve CIB sběrnice.[25]



Obr. 21 Oddělovač sběrnice od napájecího napětí BSP2-02M a jeho popis (převzatý obrázek z www.elkoep.cz)

- **Spínaný zdroj napětí s pevným výstupním napětím PS-30-12**

Spínaný zdroj s pevným výstupním 12VDC – 30W disponuje elektronickou pojistkou, která v případě zkratu zajistí odpojení zátěže. Tento stav je signalizován zhasnutím indikační LED diody. Tolerance výstupního napětí je $\pm 2\%$ a zdroj pracuje s účinností $>75\%$. [25]



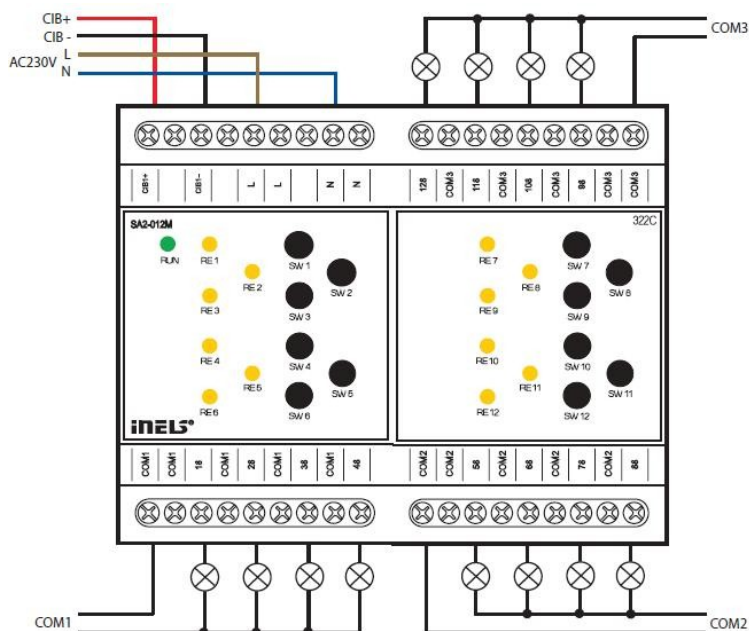
Obr. 23 Napájecí zdroj PS-30-12 a jeho popis (převzatý obrázek z www.elkoep.cz)

5.2 Aktory

- **Spínací aktor SA2-012M**

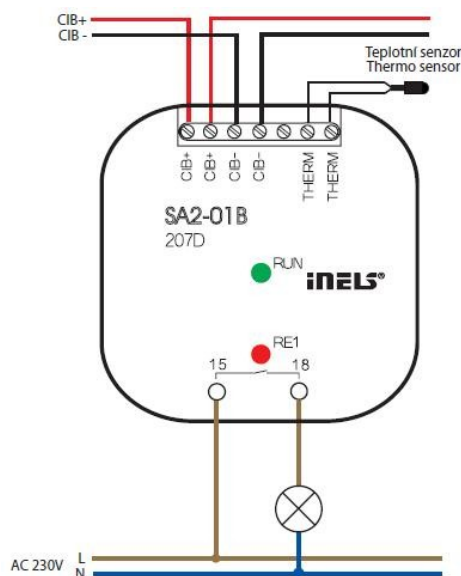
Modul disponuje dvanácti nezávislými relé se spínacím bezpotenciálovým kontaktem s maximálním zatížením kontaktu 8A/2000V/AC1. Relé jsou rozdělena do tří čtveřic a každá čtveřice spíná stejný potenciál. Každý z výstupů má svou vlastní adresu, díky které jsou relé samostatně ovládány.

Na čelním panelu jsou LED diody signalizující stav každého výstupu a dále ovládací tlačítka, kterými je možno manuálně ovládat každý výstup manuálně. [25]



Obr. 24 Zapojení spínacího aktoru SA2-012M (převzatý obrázek z www.elkoep.cz)

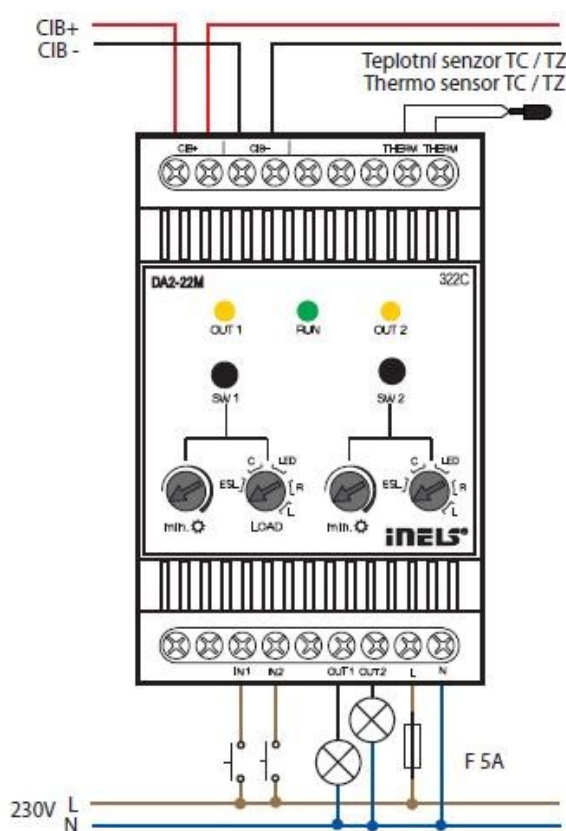
- Spínací aktor SA2-01B



Aktor obsahuje jedno spínací relé a je určen pro spínání spotřebičů a zařízení s maximální zatížitelností 16A/4000VA/AC1. Ovládání výstupního kontaktu je umožněno pomocí vlastní specifické adresy výstupního kontaktu. K jednotce je možno připojit teplotní snímač. Na čelním panelu aktoru jsou dvě indikační LED diody, z nichž jedna indikuje stav výstupu a druhá stav aktoru (RUN).[25]

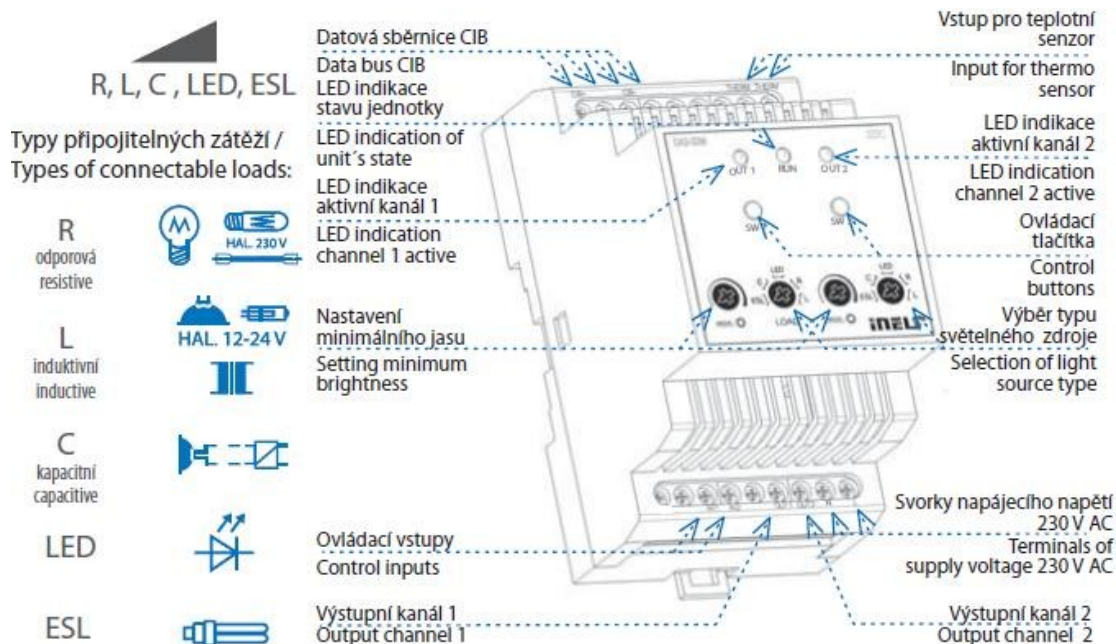
Obr. 25 Zapojení spínacího aktoru SA2-01B (převzatý obrázek z www.elkoep.cz)

- Univerzální stmívací dvoukanálový aktor DA2-22M



Aktor, jehož funkce je nejvíce využita pro řízení intenzity světla světelných zdrojů o jmenovitém napětí 230V, disponuje dvěma výstupy a je možno jej také použít pro spínání spotřebičů. Maximální zatížení každého z kanálů je 400VA. Na přední straně aktoru je přepínač, kterým je nastaven typ světelného zdroje, a také potenciometr, který slouží pro nastavení minimálního jasu, eliminující blikání světla u různých typů světelných zdrojů. Aktor dále na přední straně disponuje tlačítky pro možnost manuálního zapnutí či vypnutí odpovídajícího výstupu. Aktor má vestavěnou nadproudovou a tepelnou ochranu, která vypne výstup při přetížení, zkratu nebo přehřátí. I zde je možno připojení teplotního snímače. Není dovoleno k aktoru najednou zapojit zdroj světla kapacitního a indukčního charakteru.[25]

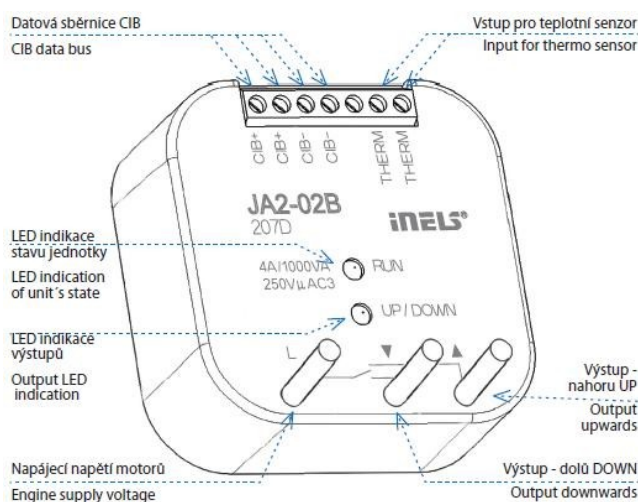
Obr. 26 Zapojení univerzálního stmívacího aktoru DA2-22M (převzatý obrázek z www.elkoep.cz)



Obr. 27 Universální stmívací aktor DA2-22M a jeho popis (převzatý obrázek z www.elkoep.cz)

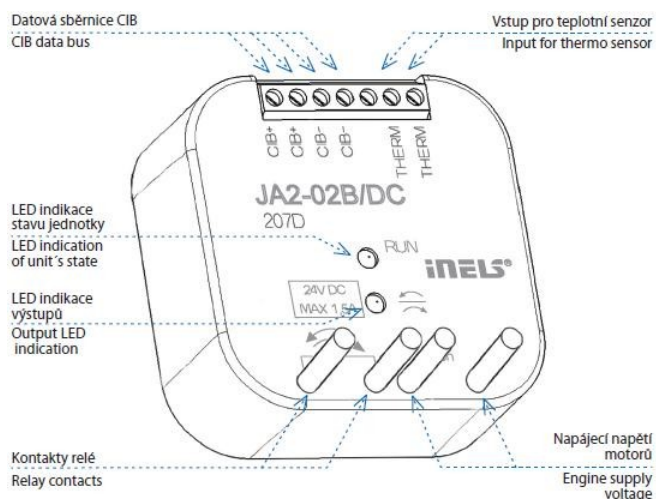
- **Roletový aktor 230V/50Hz JA2-02B a roletový aktor 24V DC JA2-02B/DC**

Roletové aktory lze použít k ovládání pohonů rolet, žaluzií, markýz, garážových vrat, vjezdových bran apod. Tyto pohony mají zabudovány koncové snímače a je možno je ovládat ve dvou směrech. Uvnitř roletového aktoru JA2-02B jsou implementovány dvě nezávislá relé, z nichž je každé samostatně adresované. Relé jsou uzpůsobena tak, aby nebylo možné aktivovat oba výstupy současně. Ke kontaktům je možno připojit maximální zátěž 230V/50Hz/4A/1000VA.[25]



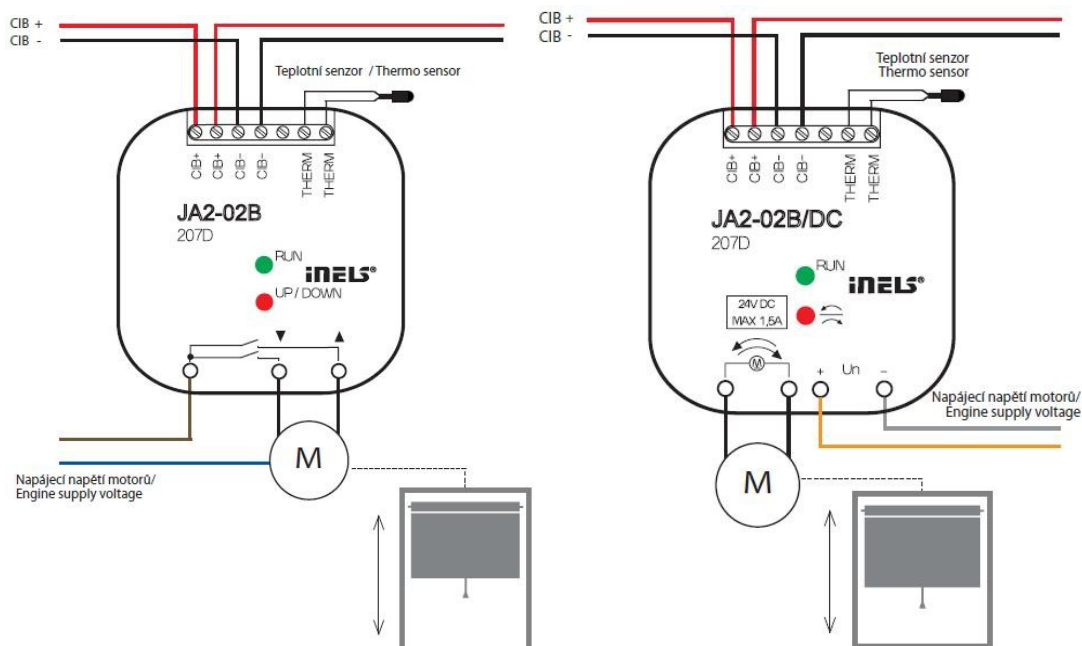
Obr. 28 Roletový aktor JA2-02B a jeho popis (převzatý obrázek z www.elkoep.cz)

Roletovým aktorem JA2-02B/DC je možno řídit pohony s napájecím napětím do 24 V DC. Řízení směru otáčení pohonu je změnou polarit napětí na motoru. Výstupy roletového aktoru jsou jištěny teplotní a nadproudovou pojistkou proti přetížení.[25]



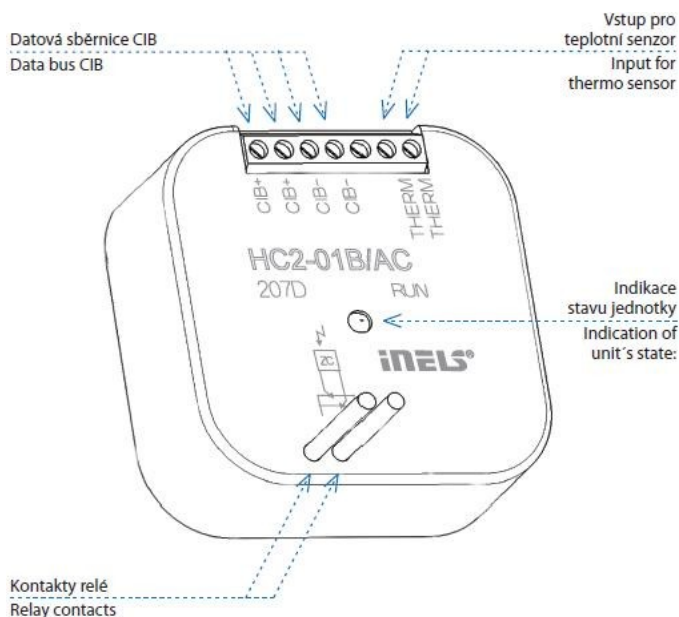
Obr. 29 Roletový aktor JA2-02B/DC a jeho popis (převzatý obrázek z www.elkoep.cz)

Na čelním panelu obou roletových aktorů se nachází dvě indikační LED diody, z toho jedna pro indikaci stavu aktoru (svítí-li RUN je k aktoru připojeno napájecí napětí, ale není řízen po CIB sběrnici; bliká-li RUN je k aktoru připojeno napájecí napětí a je řízen po sběrnici CIB). Druhá LED dioda je dvojbarevná, z nichž jedna barva signalizuje sepnutí UP kontaktu (červené nebo oranžové zbarvení LED diody) a druhá barva signalizuje sepnutí DOWN kontaktu (zelené zbarvení LED diody). K aktorům je možno připojit teplotní snímač.[25]



Obr. 30 Zapojení roletových aktorů JA2-02B a JA2-02B/DC (převzatý obrázek z www.elkoep.cz)

- Ovládač termohlavice HC2-01B/AC

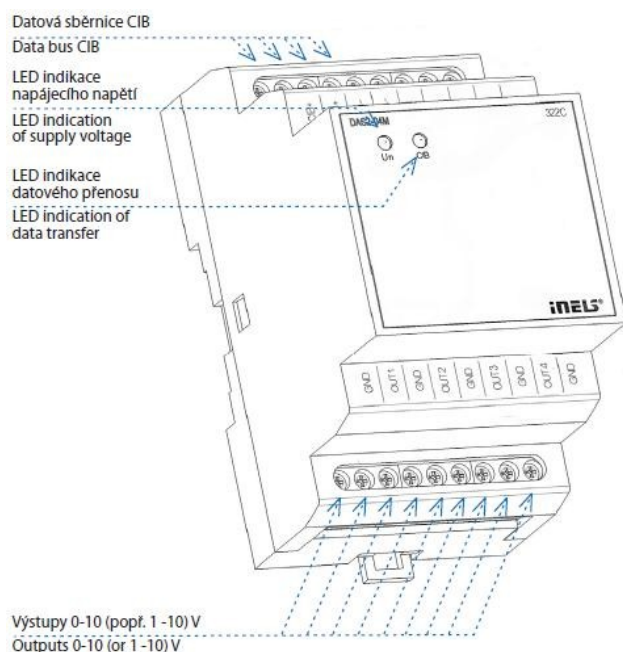


Jednotka HC2-01B/AC je určena pro ovládání termohlavice umístěných na radiátorech a ohřívacích. Termohlavice jsou řízeny aktorem v rozsahu napájení 24-230V AC pomocí spínání výstupu 0/1. Maximální spínací proud na výstupu aktoru nesmí přesáhnout 0,15 A. Opět je možno připojit teplotní snímač.[25]

Obr. 31 Ovládač termohlavice HC2-01B/AC a jeho popis
(převzatý obrázek z www.elkoep.cz)

5.3 Převodníky

- Čtyřkanálový převodník digital - analog DAC2-04M

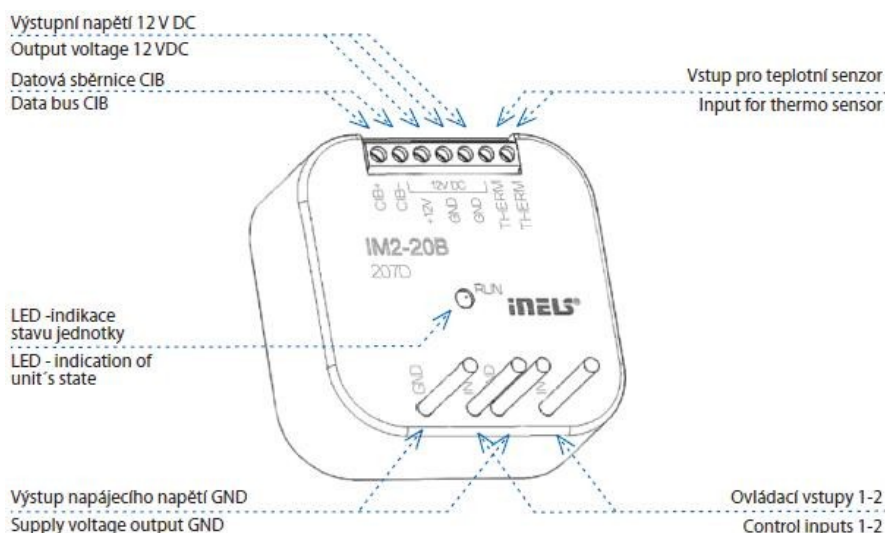


Převodník generuje čtyři na sobě nezávislé analogové výstupy se společnou GND svorkou. Konkrétní výstupní napětí na svorkách každého kanálu je volitelné v IDM programu a to v rozsahu 0-10 V, popřípadě je možno nastavit rozsah 1-10 V. Tyto výstupy mohou být použity pro řízení a regulaci mnoha zařízení jako například stmívatelné předřadníky, žárovky, stmívače, termostatické hlavice, ale také servopohony a prvky pro měření a regulaci.[25]

Obr. 32 Převodník digital - analog DAC2-04M a jeho popis
(převzatý obrázek z www.elkoep.cz)

- **Jednotka binárních vstupů IM2-20B**

K této jednotce je možno připojit, k dvěma svorkám, zařízení s bezpotenciálovým kontaktem, jako jsou spínače, přepínače, tlačítka, PIR senzory, požární, plynové detektory a další. Oba vstupy této jednotky lze také použít i jako vyvážené vstupy. Tato jednotka je vybavena výstupem pro možnost napájení externích zařízení -12 V DC/75 mA a svorkami pro připojení teplotního snímače. Vstupy je možno nakonfigurovat jako spínací nebo rozpínací.[25]



Obr. 33 Jednotka binárních vstupů IM2-20B a jeho popis (převzatý obrázek z www.elkoep.cz)

5.4 Ovladače

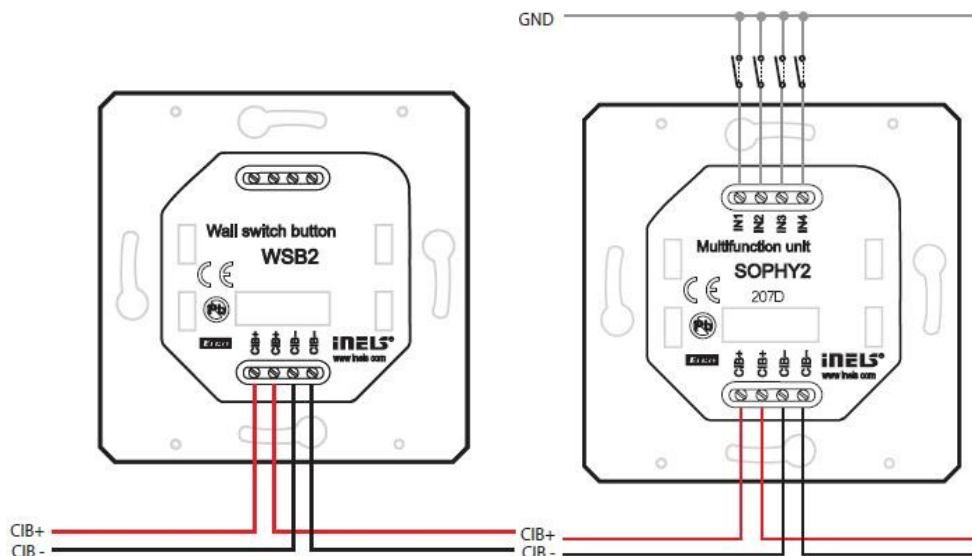
- **Nástěnný ovladač WSB2-40/G**

Za základní ovládací prvky v systému iNELS jsou považovány nástěnné ovladače. Ovladač je osazen čtyřmi mikrotlačítky s nízkým zdvihem a dvěma signalizačními dvoubarevnými LED diodami.

Každé z tlačítek a zbarvení dvoubarevné LED diody je samostatně adresováno, a tudíž je možno jej v IDM prostředí konfigurovat na sobě nezávisle. Ovladač je rovněž osazen kontakty pro připojení teplotního snímače.

Díky programovatelnosti funkcí, je možno jednomu tlačítku přiřadit nejen funkci ovládání jednoho spotřebiče, ale také funkci ovládání celé jedné scény, která řídí několik spotřebičů najednou. Určená scéna je určena uživatelem při programování systému.

Systém rozlišuje dlouhé a krátké stisknutí tlačítka. Tímto je možno každému mikrotlačítku navolit jak aktivaci, tak i deaktivaci dané funkce.[25]

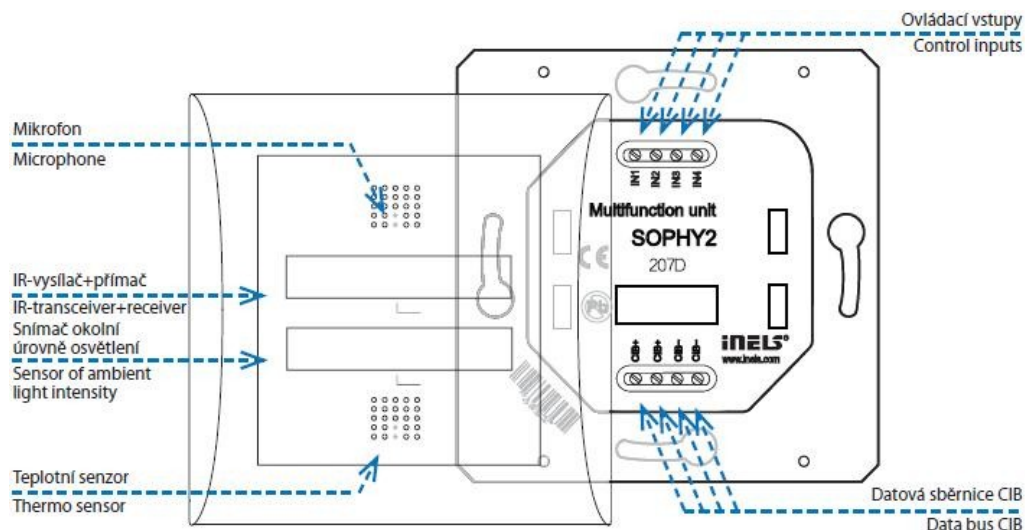


Obr. 34 Zapojení nástěnného ovladače WSB2 - 40/G a multifunkční jednotky SOPHY2/G (převzatý obrázek z www.elkoep.cz)

- **Multifunkční jednotka SOPHY2/G**

Multifunkční jednotka je zařízení, ve kterém je implementováno mnoho funkcí.

- **Hlasové ovládání** – jednotka má zabudován hlasový procesor, který je schopen rozpoznat až 64 různých hlasových povelů.
- **Snímání teploty** – teplotní senzor je již přímo zabudován v jednotce.
- **Snímač intenzity okolního osvětlení** – na základě změřené intenzity světla v okolí jednotky, je možno v IDM prostředí nakonfigurovat uživatelské funkce aktivující se při určité intenzitě světla nebo naopak deaktivovat uživatelské funkce (spínat osvětlení, řídit žaluzie atd.).
- **Přijímač infračerveného signálu** – díky IR přijímači, je možné běžně používané domácí ovladače (vysílají-li kódy ve formátu RC5, NEC, SRCS) používat pro vysílání povelů pro systém. Ten dle konfigurace provede danou akci.
- **Vysílač infračerveného signálu** – naopak je možno prostřednictvím zabudovaného IR vysílače, ovládat kterékoliv zařízení, tak jako klasickým ovládačem za podmínek vhodného nasměrování jednotky a ovládaného zařízení.
- **Tlačítkový ovladač** – díky dvěma mikrotlačítkům s nízkým zdvihem je možno jednotku využít také jako nástěnný ovladač.
- **Binární vstupy** – jednotka je dále vybavena čtyřmi bezpotenciálovými kontakty pro připojení různých zařízení, tak jako u jednotky binárních vstupů. [25]



Obr. 35 Multifunkční jednotka SOPHY2/G a jeho popis (převzatý obrázek z www.elkoep.cz)

5.5 Dotykový panel

• Ovládací dotyková jednotka EST-2/B

Jednotka disponuje 3,5“ barevným dotykovým displejem s rozlišením 240 x 320 bodů a hloubkou barev 16,7 M. V podstatě se jedná o multifunkční zařízení, které má v sobě implementováno tři základní jednotky, a to IDRT2-1 – digitální pokojový termoregulátor, IM-140M – jednotka vstupů a KEY2-01 - klávesnice.[25]

Jazyk menu, spořič obrazovky, režim spánku, nastavení jasu a volba výchozí obrazovky je nastavováno uživatelem v menu jednotky. Jednotka disponuje dvěma obrazovkami, obrazovkou tlačítek a obrazovkou termoregulace.[25]

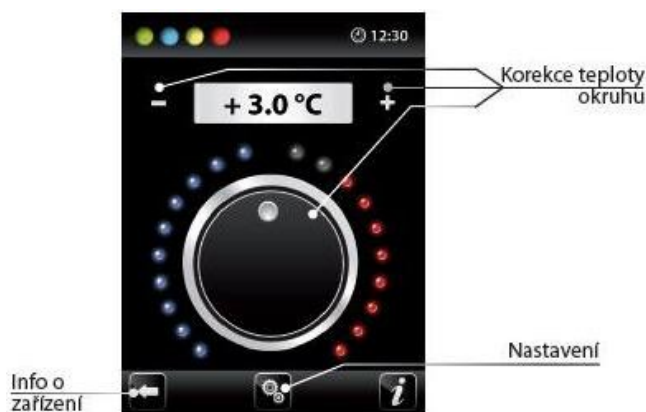
○ **Obrazovka tlačítek** – v menu je možno si zvolit, ze čtyř předloh tlačítkových obrazovek,



Obr. 36 Ovládací jednotka EST-2/B a její popis obrazovky s tlačítky (převzatý obrázek z www.elkoep.cz)

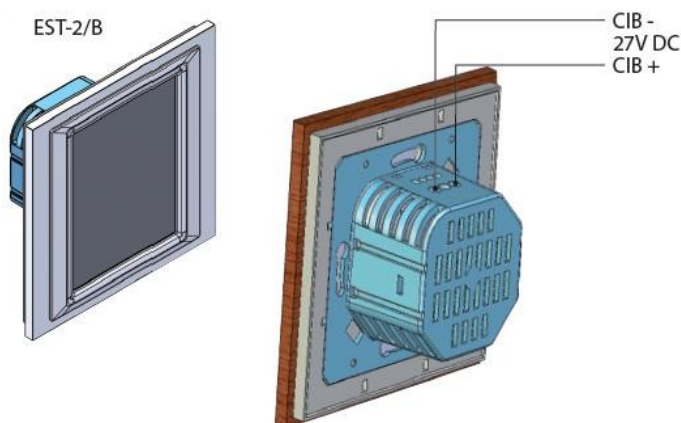
která tlačítková obrazovka bude znázorněná - a to 2 x 2, 2 x 3, 3 x 3 nebo 3 x 4 tlačítek na obrazovce. Pro každé z tlačítek je možno vybrat ikonu z nabídky grafických symbolů popřípadě vepsat do ikony 3 alfanumerické znaky. Práce s konfigurací tlačítek je totožná s konfigurací jednotky s binárními vstupy IM2-140M. Také zde jsou tlačítka schopna rozlišovat dlouhý a krátký stisk jako u nástěnných ovladačů WSB. V levém horním rohu obrazovky jsou umístěny čtyři barevné signalizační body. Každá ze signálů je samostatně adresovatelná.[25]

- **Obrazovka termoregulace** – na obrazovce jsou znázorněna tlačítka „+“, „-“ a otočný knoflík, kterým je uživateli umožněna konfigurace či korekce teploty ve zvoleném otopném okruhu s možností korekce $\pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$. I na této obrazovce lze nalézt v jejím levém horním rohu čtyři barevné signálky. [25]



Obr. 37 Ovládací jednotka EST-2/B a její popis obrazovky s termoregulací (převzatý obrázek z www.elkoep.cz)

Na spodní straně obou obrazovek jsou umístěna tři tlačítka s ikonami. Ikona s označením „i“ slouží pro zobrazení informace o zařízení a o verzi firmwaru na displeji. Ikona s ilustrací „ozubené kolečko“ zajistí přístup do menu nastavení a ikona „šipka vlevo“ vrací zpět obrazovku na panel s tlačítky. V pravém horním rohu obrazovky je znázorněn aktuální čas, který je spjat s časem v centrální jednotce.[25]



Obr. 38 Ovládací jednotka EST-2/B (převzatý obrázek z www.elkoep.cz)

5.6 EZS Komponenty

- **PIR detektor pohybu osob JS-20**

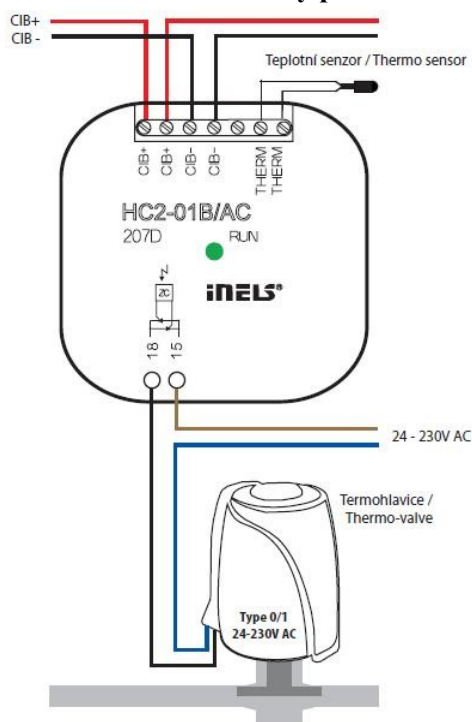
PIR detektor pohybu je využíván k prostorovému hlídání objektu. Díky násobné analýze signálu vykazuje zařízení vysokou citlivost, odolnost proti falešným poplachům i vůči vysokofrekvenčnímu rušení. Díky vyměnitelným čočkám lze detektor jednoduše přizpůsobit k hlídání dlouhých chodeb nebo imunitou vůči detekci domácích mazlíčků. Detektor lze rovněž přizpůsobit proti sabotážnímu jednání vůči detektoru, a to pomocí signálu, který upozorňuje na otevření detektoru.[25]

- **Magnetický dveřní kontakt SA-200**

Magnetický dveřní kontakt je svými rozměry a technickým provedením uzpůsoben pro povrchovou instalaci a posléze zabezpečení veškerých otevíratelných částí budovy. Díky kvalitním jazýčkovým přepínačům spolu s magnety se vyznačují vysokou stabilitou parametrů a také spolehlivostí.[25]

5.7 Příslušenství

- **Termoelektrický pohon ALPHA 230/NO**

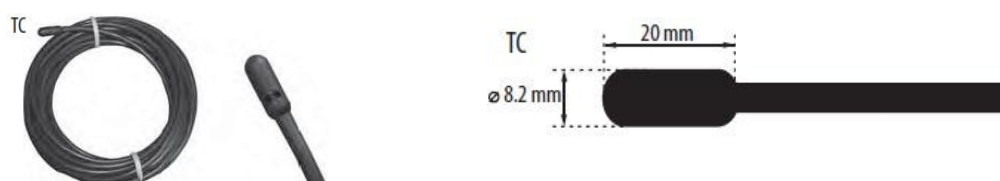


Termoelektrický pohon lze využít k zónovému regulování otopného systému budovy. Pohon je určen k umístění na termostatický ventil daného otopného okruhu (podlahové topení, radiátory nebo konvektory). Pohon pracuje v režimu otevřeno / zavřeno. Provoz pohonu je tichý, při nulovém napětí je trvale otevřen a na jeho vrcholu lze pozorovat indikátor polohy pohonu se zdvihem 4 mm (otevřeno – indikátor je ve zdvihu, uzavřeno – indikátor je zasunut). Zařízení pracuje s napětím 230V AC s provozním proudem 8 mA. Maximální spínací proud je 300 mA po dobu 200 ms. Pracovní síla pohonu činí $100 \text{ N} \pm 5\%$ a s teplotním rozsahem otopného média 0 až 100 °C.[25]

Obr. 39 Zapojení termoelektrického pohonu ALPHA 230/NO k ovládací jednotce termohlavic HC2-01B/AC a jejich popis (převzatý obrázek z www.elkoep.cz)

- **Teplotní senzor TC-3**

Teplotní senzor je malým pomocníkem k měření a regulaci teploty daného prostoru. Senzor je možno připojit k většině jednotek iNELS, díky kterým je možno snímání teplot kdekoli, kde je tato jednotka nainstalována. Teplotní senzor je vyroben z termistoru, který je umístěn v PVC koncovce na jedné straně CYSY 2Dx0.5 mm vodiče. Teplotní rozsah senzoru je 0 až 70°C.[25]

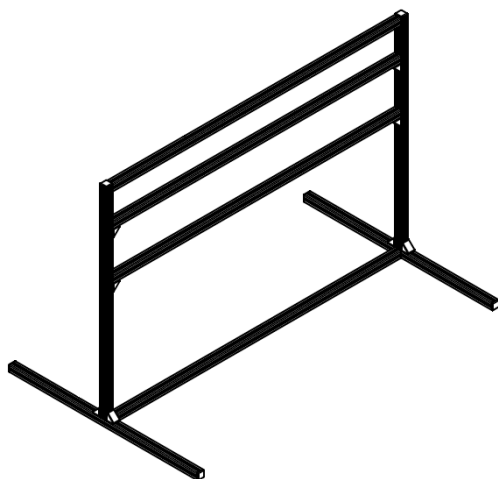


Obr. 40 Teplotní senzor TC (převzatý obrázek z www.elkoep.cz)

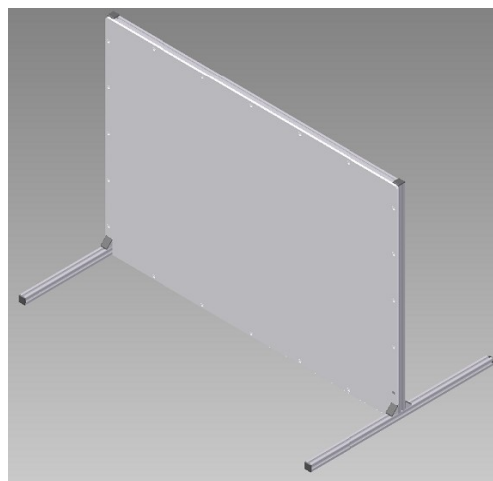
6 VÝROBA A OSAZENÍ MODELU ŘÍZENÉHO SYSTÉMEM iNELS

Model systému byl koncipován ve smyslu panelu stojícím na podstavci, zamezující vyvrácení celého osazeného modelu. Návrh rozměru panelu je 900 mm na šířku a 600 mm na výšku.

Prostřednictvím strojího konstruktéra byla zhotovena strojní dokumentace jako podklad k výrobě panelu podle předem definovaných požadavků návrhu. Konečná verze konstrukce je o velikosti 900 mm na šířku, 620 mm na výšku a hloubka podstavce je 560 mm. Pro výrobu panelu byl použit hliníkový profil ITEM 20 x 20 a spojovací materiál rovněž ITEM, čímž došlo k odlehčení konstrukce rámu a zjednodušení vlastní výroby panelu. Na frontální straně panelu je umístěna neprůhledná plastová deska o tloušťce 5 mm z LEXANU. Deska je nositelem celého modelu elektroinstalace a jsou do ní vyvrtány otvory pro uchycení komponentů a kabeláže.



Obr. 42 Rám konstrukce



Obr. 43 Panel modelu před osazením komponentů

Rozmístění komponentů iNELS na panelu a jejich propojení

Na panelu modelu se nachází jednotlivé komponenty systému, rozmístěné pro snadnou orientaci do dvou oblastí. V pravé části modelu jsou rozmístěny komponenty řídicí a ovládací, běžně umísťovány v rozvaděčích či instalačních krabicích pod omítkou v reálné elektroinstalaci. V levé části modelu lze vidět komponenty systému, které jsou v reálné elektroinstalaci viditelné, jako jsou ovládací prvky a ovládané prvky – „spotřebiče“.

V pravém dolním kvadrantu modelu jsou umístěny dvě osazené DIN lišty. Na první DIN liště se nachází systémové komponenty (zdroj napětí, oddělovač sběrnice, centrální jednotka), seřazené dle hierarchie jejich zapojení. Na druhé DIN liště se nachází aktory, převodník a zdroj napětí (stmívací jednotka, spínací jednotka, jednotka napěťových výstupů, spínaný zdroj 12V DC 30W).

Model systému je napájen prostřednictvím dvou napájecích modulů. První 100 W zdroj je určen pro napájení systémových komponent a druhý 30 W zdroj je určen k napájení ovládaných prvků – „spotřebičů“.

Komponenty systému jsou k centrální jednotce, disponující dvěma větvemi sběrnice CIB, připojeny následovně. Větev CIB1 disponuje připojením komponent systému, které jsou umístěny v pravém horním kvadrantu modelu a v reálné instalaci jsou instalovány do instalačních krabic. Větev CIB2 disponuje připojením komponent systému, které jsou umístěny na DIN liště, spolu s ovladači umístěnými v levém dolním kvadrantu panelu modelu. Na každé větvi sběrnice jsou komponenty propojeny do liniové větve.

Jednotlivé funkce komponent systému na modelu nejsou demonstrovány jen pomocí jejich indikačních LED diod, která se při aktivaci rozsvítí, ale ke každému aktoru je přiřazen reálný nebo simulovaný spotřebič.

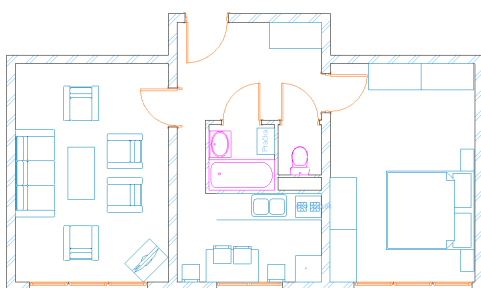
Rozmístění viz Obr. 44 a demonstrace funkcí jednotlivých komponent systému je následující:

- **SA2-012M** - spínací dvanáctikanálový aktor, k němuž jsou připojeny LED diody, kterými jsou na modelu demonstrovány svítidla ve scénách, řízení podsvětlení tlačítek umístěných vlevo od panelu scén a také řízení červeného osvětlení umístěného v levém horním kvadrantu panelu
- **SA2-01B** - spínací jednonálový aktor, který řídí spínání a vypínání napětí na zásuvce, umístěné nad tímto aktorem (v pravém horním kvadrantu panelu)
- **DA2-22M** - univerzální stmívací dvoukanálový aktor, řídící dva reálné světelné zdroje na panelu, umístěné samostatně v horní části čelního panelu. První světelný zdroj je odporového charakteru a druhý je charakteru ESL (úsporné žárovky). K aktoru je připojeno teplotní čidlo.
- **JA2-02B** - roletový aktor je určen pro spínání zátěže 230V/50Hz, ale pro demonstraci je zde připojeno napětí 12V DC pro spínání LED diod, simulujících funkce v dané scéně
- **JA2-02B/DC** - roletový aktor pro spínání zátěže 24V DC, i zde je připojeno 12V DC pro spínání LED diod, simulujících funkce v dané scéně
- **HC2-01B/AC** - ovládač termohlavice řídí stav „*OTEVŘENO* - *ZAVŘENO*“ termohlavice umístěné ve středu čelního panelu. K tomuto modulu je rovněž připojeno teplotní čidlo, poskytující informaci o teplotě v daném prostoru.
- **DAC2-04M** - čtyřkanálový číslicově – analogový převodník, pomocí jehož analogových výstupů je řízen RGB světelný zdroj a servopohon, které jsou umístěny v horní části panelu
- **IM2-20B** - jednotka binárních vstupů, ke které je připojen magnetický dveřní spínač, který je umístěn v dolní části čelního panelu a dále je zde připojeno PIR čidlo, které je naopak umístěno v horní části čelního panelu

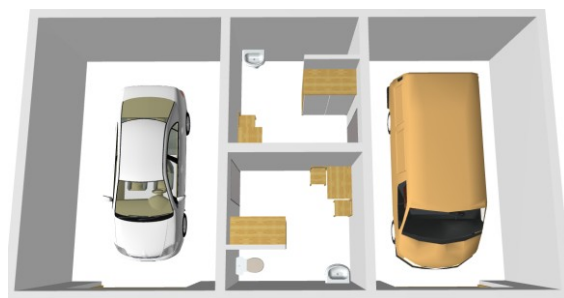
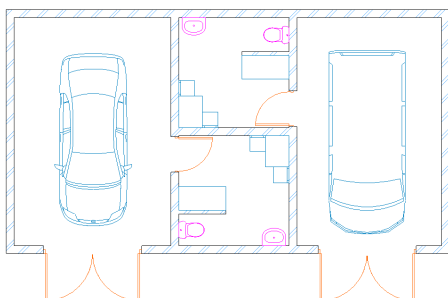
Variabilní modelové scénérie

Pro variabilní využití modelu byly navrženy tři měnitelné scénérie. Scénérie jsou situovány do různých prostředí pro možnost demonstrace různorodosti a variability využití daného systému. A to scénérie bytu - domu o dispozici 2+1, dvojgaráže s technickým zázemím a knihovny.

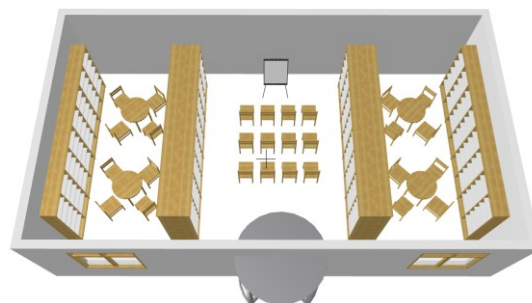
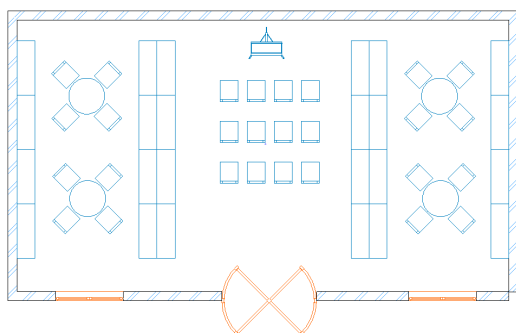
Scénérie byly vyrobeny vždy ve dvou provedeních pohledu. První zobrazení je půdorys dané scénérie, který je vytištěn na průhledné plastové fólii. Potištěné fólie je možno uchytit pomocí kovové spony na přední straně panelu a tím lze měnit dané prostředí. Druhé zobrazení dané scénérie je její 3D pohled. 3D zobrazení je použito pro možnost vizuální reprezentace dané scénérie pro konfiguraci aplikací ve webserveru. Po připojení se k webserveru je v prohlížeči zobrazeno zvolené zobrazení scénérie a pomocí vzdáleného ovládání lze nakonfigurované funkce vybrané scénérie ovládat. Obr. 46, Obr. 47 a Obr. 48



Obr. 46 Scénérie bytu – domu o velikosti 2+1



Obr. 47 Scénérie dvojgaráže s technickým zázemím



Obr. 48 Scénérie knihovny

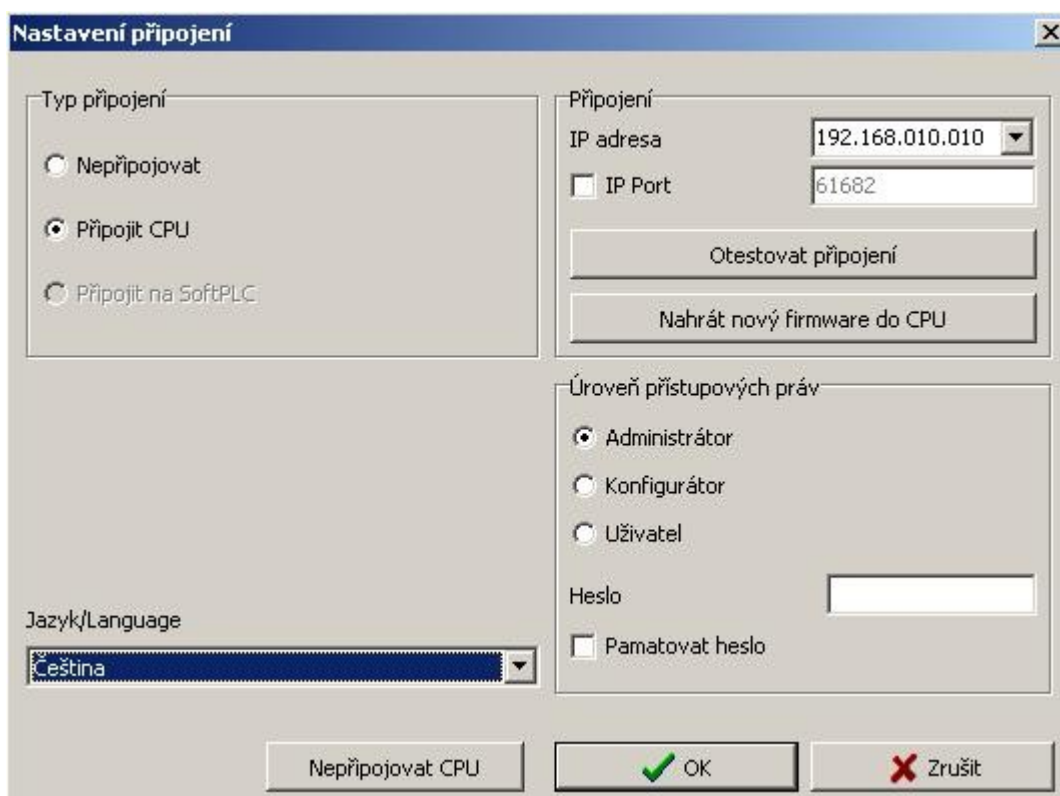
7 KONFIGURACE SYSTÉMU iNELS

Systému iNELS je konfigurován pomocí softwarového programu iNELS Designer & Manager (IDM). Software iNELS Designer & Manager (IDM) je standardně dodáván spolu s centrální jednotkou systému a slouží ke kompletní správě a konfiguraci systému iNELS. Před samotnou konfigurací funkcí na modelu je vhodné se seznámit s prostředím, které software nabízí.

Software IDM je freeware, lze jej volně stáhnout z webových stránek výrobce (www.iNELS.cz). Po zaregistrování software IDM lze dále získat online přístup k aktualizacím programu. Program je nutno nainstalovat do počítače, nabízí nastavení v několika základních jazycích a je určen pro počítače s OS Windows XP a vyšší.

Uživatel je schopen v software IDM nastavit veškeré akce systému, programovat GSM komunikátor a software lze provozovat i bez připojené centrální jednotky. K bližšímu seznámení s prostředím iNELS Designer & Manager (IDM) je doporučeno si prostudovat firemní příručku, která je volně ke stažení na webových stránkách firmy ELKO EP (www.elkoep.cz) v aktuálních revidovaných verzích. [26]

7.1 Založení projektu a základní funkce programu IDM



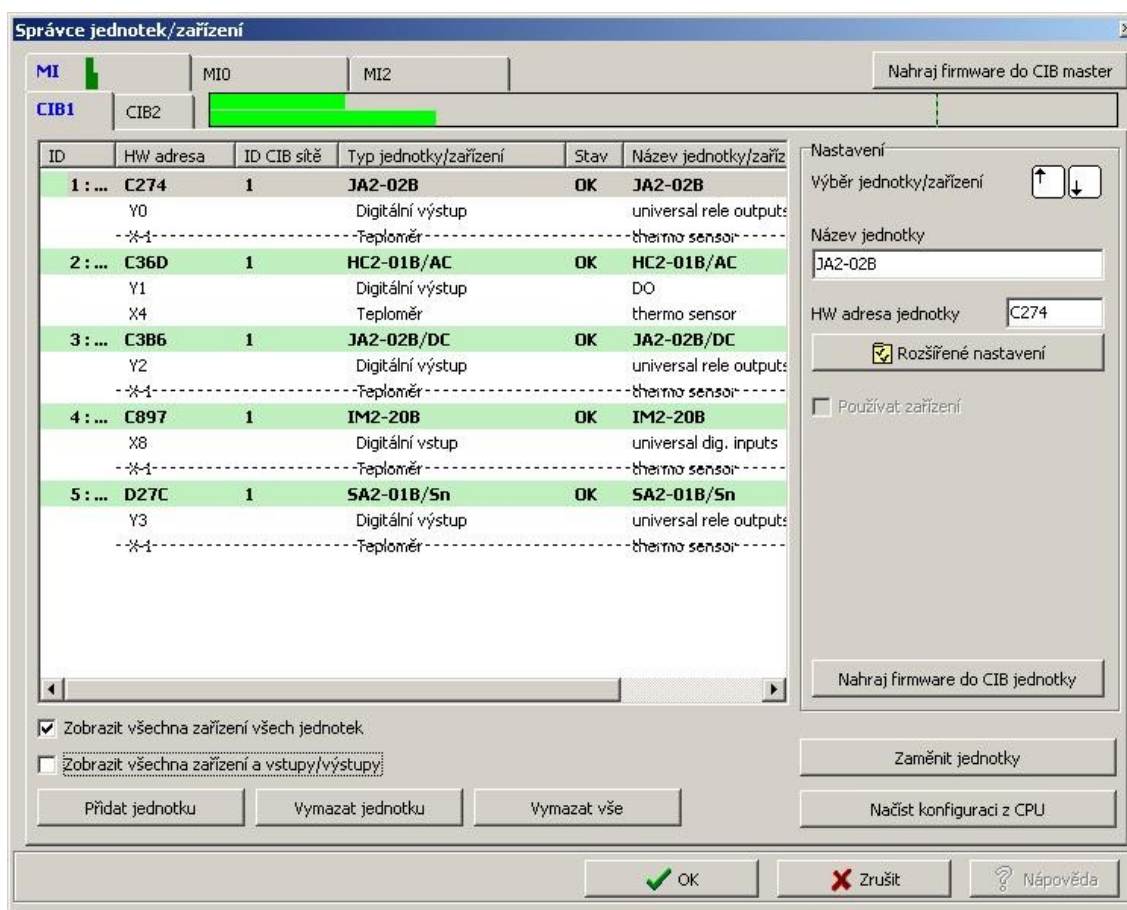
Obr. 49 Nastavení připojení

Po spuštění IDM programu je zobrazeno okno pro nastavení připojení k systému. Volba typu připojení rozlišuje režim práce se systémem, a to v režimu *ONLINE* (Připojit CPU) nebo v režimu *OFFLINE* (Nepřipojovat). V případě *ONLINE* režimu je nutno nastavit IP adresu

centrální jednotky, ke které bude daný projekt náležet. Poté je provedeno nastavení přístupových práv, kterými je možno u projektu omezit nebo naopak povolit možnosti a práva přihlášeného uživatele k systému. Po tomto nastavení připojení a potvrzením zmáčknutí tlačítka „OK“ je program připojen k dané centrální jednotce a je možno vybrat stávající projekt nebo založit projekt nový. Obr. 49.

Nyní dojde k založení nového projektu, a to buď výběrem volby *PROJEKT-NOVÝ PROJEKT* nebo výběrem možnosti *NOVÝ PROJEKT* v tabulce *VÝBĚR - OTEVŘENÍ PROJEKTU*, která se automaticky zobrazí po spuštění programu. Po tomto výběru je nový projekt pojmenován uživatelem.

Prvním krokem po založení projektu je načtení kompletní hardwarové konfigurace systému. Toto je možno učinit stisknutím volby *NAČÍST KONFIGURACI Z CPU*, v okně *SPRÁVCE JEDNOTEK/ZAŘÍZENÍ*, které se zobrazí po stisknutí ikony *SPRÁVCE ZAŘÍZENÍ* v hlavní liště s nástroji (též v záložce *NASTAVENÍ – SPRÁVCE ZAŘÍZENÍ*). Obr. 50.



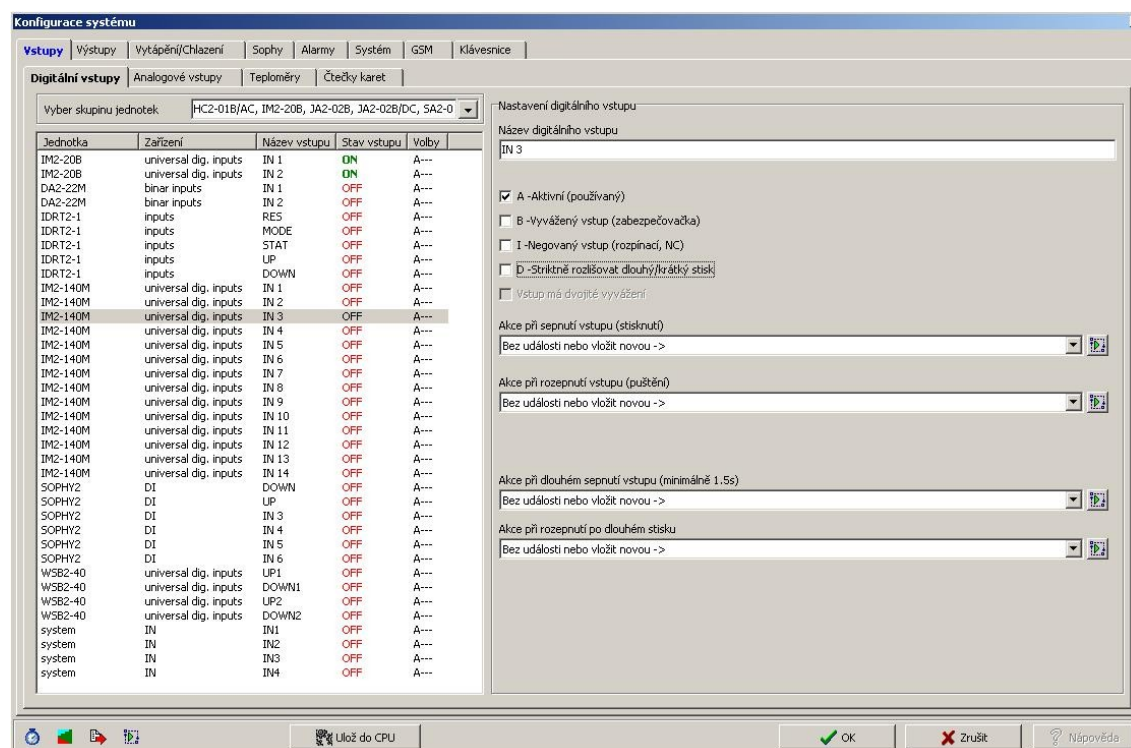
Obr. 50 Správce zařízení s načtenou HW-konfigurací

Po provedené hardwarové konfiguraci je programem umožněno konfigurovat samotné načtené komponenty systému.

V horní části okna se nachází záložky *MI*, *MI0*, *MI2*, pod kterými se nalézají všechny větve CIB sběrnice, které je možno v systému využívat. Každá záložka CIB disponuje soupisem komponentů, který je k dané větvi sběrnice fyzicky připojen. Osazení dané větve je zde rovněž

znázorněno graficky. Zelená barva informuje o volné kapacitě obsazované větve. Změní-li se grafický indikátor obsazení větve dožluta, je daná větev plně obsazena a není žádoucí tuto větev dále doplňovat o další jednotky. Toto je důležité dodržet pro zajištění správné funkčnosti systému.

U načtených jednotek nejsou však všechna zařízení aktivní. V případě zaškrtnutí volby *ZOBRAZIT VŠECHNA ZAŘÍZENÍ VŠECH JEDNOTEK* se rozšíří seznam jednotek o tyto položky. Je-li konkrétní zařízení u jednotky přeškrtnuté čárkovanou čarou, pak je zařízení neaktivní. Jeho aktivaci lze provést zaškrtnutím položky *POUŽÍVAT ZAŘÍZENÍ* a takto uloženou změnu v konfiguraci nahrát do centrální jednotky systému. Změna se projeví až po nahrání do systému a teprve poté je možno zařízení fyzicky používat.



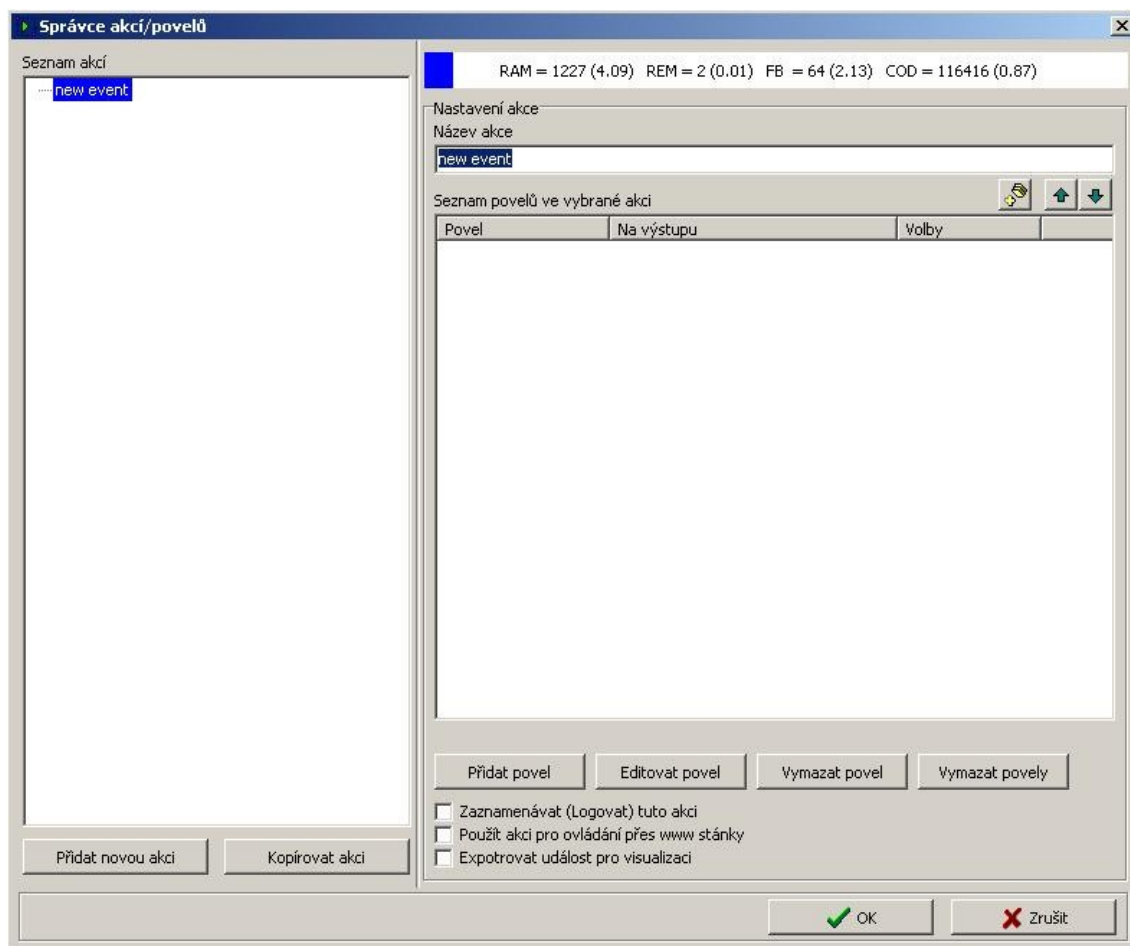
Obr. 51 Konfigurace systému

Ověření stavu po načtení hardwarové konfigurace a aktivace všech používaných zařízení, je následně provedena v záložce *NASTAVENÍ*. Kliknutím na položku *KONFIGURACE SYSTÉMU* je zobrazeno okno, které poskytuje veškeré informace o všech připojených zařízeních Obr. 51. Jednotlivé komponenty jsou v okně rozděleny do patřičných záložek dle své hlavní funkce. Každé zařízení má svůj popis, možnost konfigurace a přiřazení povelu - akce, která se aktivuje ve vybraném stavu zařízení. Samozřejmostí je znázornění stavu daného zařízení a to v reálném čase.

Povely - akce jsou vytvářeny a konfiguruji v okně *SPRÁVCE AKCÍ/POVELŮ* v záložce *NASTAVENÍ – SPRÁVCE AKCÍ/POVELŮ*.

Každou akci je možno složit z mnoha povelů, které daný systém poskytuje a je plně v rukou uživatele co daná akce bude obsahovat.

Každá jednotka disponuje určitým množstvím a typem povelů. Povelý jsou v systému iNELS dvojího typu. Povelý – akce, které jsou vestavěné v jednotkách systému, kdy po zvolení konkrétní dané jednotky je možno z nabídky vybrat povel, který se má vykonat. A povelý – akce, které jsou uživatelské – systémové, ty jsou vestavěné v centrální jednotce systému. I zde je možno povelý vybírají z daného seznamu, ve kterém jsou zobrazeny. Obr. 52.



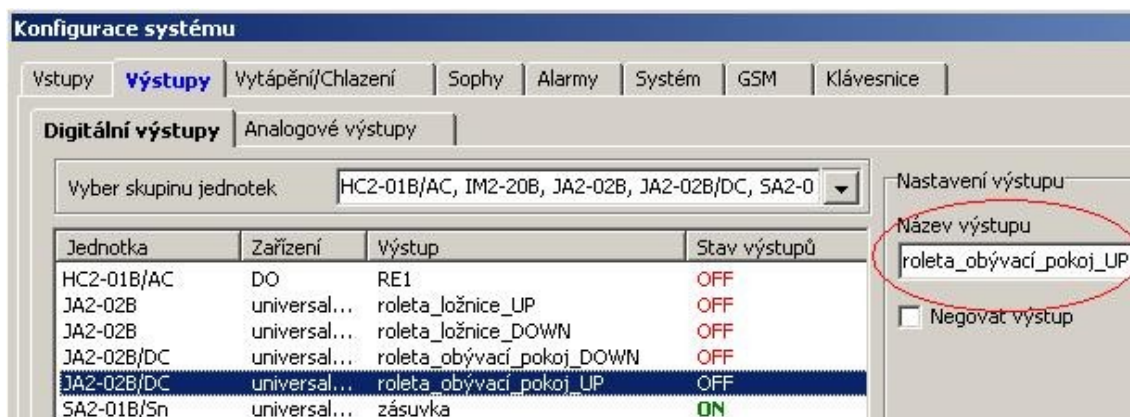
Obr. 52 Správce akcí/povelů

Pro aktivaci nakonfigurovaných zařízení a funkcí, je nutné opět jej uložit a nahrát do centrální jednotky. Teprve poté je změna akceptována.

7.2 Řízení rodinného domu

V rámci navrženého modelu byla pro konfiguraci softwarového programu IDM použita scéna bytu – domu o velikosti 2+1.

Před samotnými konfiguracemi funkcí řízení domu je potřeba všechny vstupy, výstupy a prvky instalace pojmenovat. Pojmenování by mělo být výstižné, čímž se následné práce v programu stávají pohodlnější a přehlednější. Toto pojmenování bylo provedeno v položce *NASTAVENÍ -> KONFIGURACE SYSTÉMU*. Takto lze postupně pojmenovat veškeré prvky v systému instalované. Obr. 53



Obr. 53 Konfigurace systému – pojmenování prvků

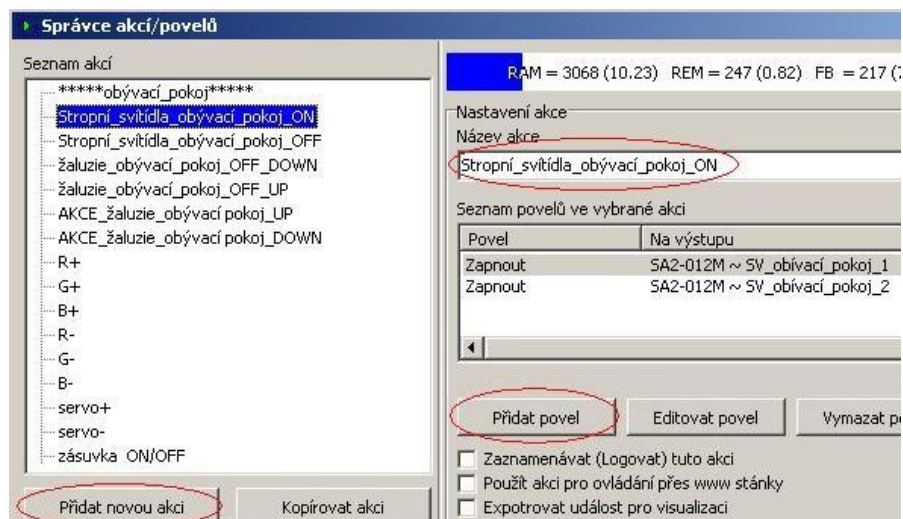
7.2.1 Konfigurace oblasti obývacího pokoje

Pro řízení komponent v obývacím pokoji byla použita ovládací dotyková jednotka EST-2/B. Pomocí této jednotky jsou ovládány stropní svítidla, okenní žaluzie, RGB osvětlení, regulace teploty termoregulátorem, řízení intenzity svitu lampy a řízení klapky vzduchotechniky, která je demonstrována servopohonem. Řízení okenních žaluzií je ovládáno prostřednictvím prosvětlených tlačítek, která jsou umístěna na levé straně čelního panelu. Dále je v obývacím pokoji nakonfigurována televizní scéna, která je ovládána rovněž prostřednictvím ovládací dotykové jednotky EST-2/B. Její funkce je nakonfigurována tak, že po zaktivování této scény, dojde ke stažení okenní žaluzie dolů, zhasnutí hlavních stropních svítidel, rozsvícení lampy s nízkou intenzitou svitu a zapnutí televizoru.

Konfigurace těchto funkcí v IDM prostředí je následující:

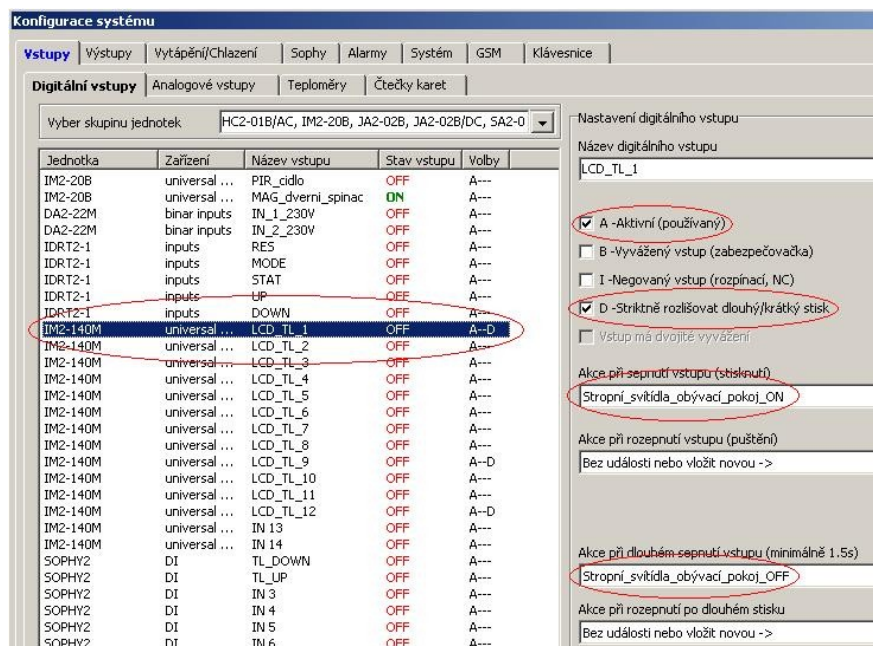
- *Ovládání stropních svítidel*

V záložce *SPRÁVCE AKCÍ/POVELŮ* byla vytvořena nová akce s názvem „*Stropní svítidla obývací pokoj_ON*“, a v této akci byly přidány povely pro zapnutí svítidel. Akce byla poté potvrzena stisknutím ikony se symbolem zelené „fajfky“ OK. V dalším kroku byla obdobným způsobem vytvořena akce s názvem „*Stropní svítidla obývací pokoj_OFF*“, která bude tyto svítidla zhasínat. Obr. 54



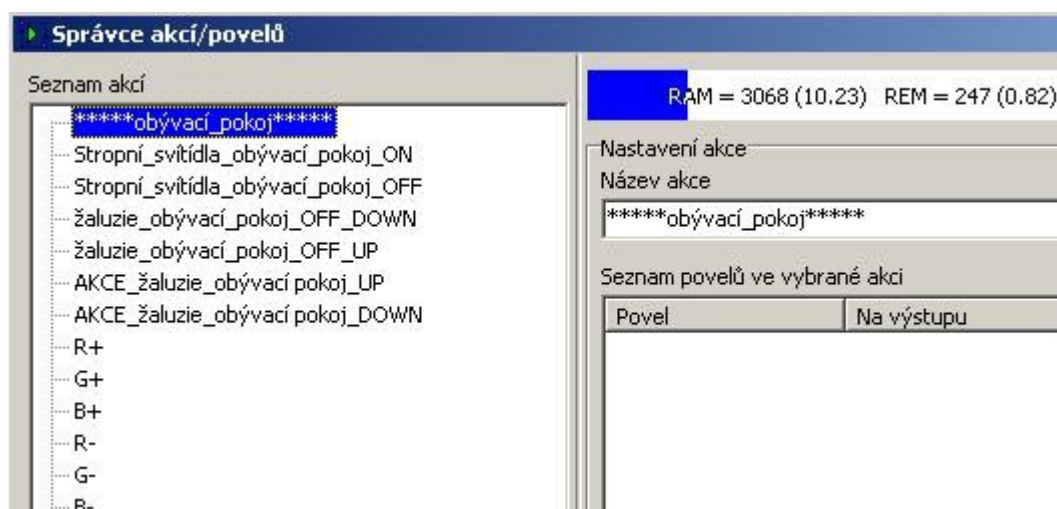
Obr. 54 Tvorba akce stropních svítidel v obývacím pokoji

Jakmile byly akce vytvořeny, pak v okně *KONFIGURACE SYSTÉMU* a v záložce *DIGITÁLNÍ VSTUPY* byla označena položka, která reprezentuje tlačítko na EST-2/B displeji, určené pro ovládání těchto svítidel. Digitální vstup byl označen jako „aktivní“ a zároveň byla označena funkce „striktně rozlišovat dlouhý a krátký stisk“. Dlouhý stisk je rozlišován oproti krátkému stisku minimální délkou stisku a to 1,5 sekundy. Obr. 55 Nakonec byly digitálnímu vstupu přiřazeny vytvořené akce, které se mají vykonat po stisknutí tohoto tlačítka. Při krátkém sepnutí digitálního vstupu (tlačítko bylo stisknuto krátce) je provedena akce rozsvícení svítidel a při dlouhém sepnutí digitálního vstupu (tlačítko bylo stisknuto dlouze) se aktivované svítidla zhasnou. Aby takto nakonfigurovaná funkce byla funkční, je potřeba ji nahrát do centrální jednotky. Teprve pak bude nakonfigurovaný děj a tlačítko plně funkční.



Obr. 55 Nastavení digitálního vstupu

Do jediné akce je možno přiřadit více než jeden povel a je tak umožněno vytvářet akce, které jsou složeny z mnoha povelů a jedním povelům pak aktivovat či deaktivovat mnoho jednotlivých zařízení. Tímto způsobem jsou vytvářeny jednotlivé uživatelem nadefinované scénérie a scény. Je samozřejmostí, že jednotlivá zařízení, která jsou součástí takto nakonfigurovaných scénérií, mohou být i při aktivaci scénérie, ovládána také jednotlivě. Vybraná scénérie nebo scéna je takto zajištěna pro jednotlivé úpravy uživatelem dle jeho individuálních požadavků a potřeb.



Obr. 56 Tvorba akce bez povelů

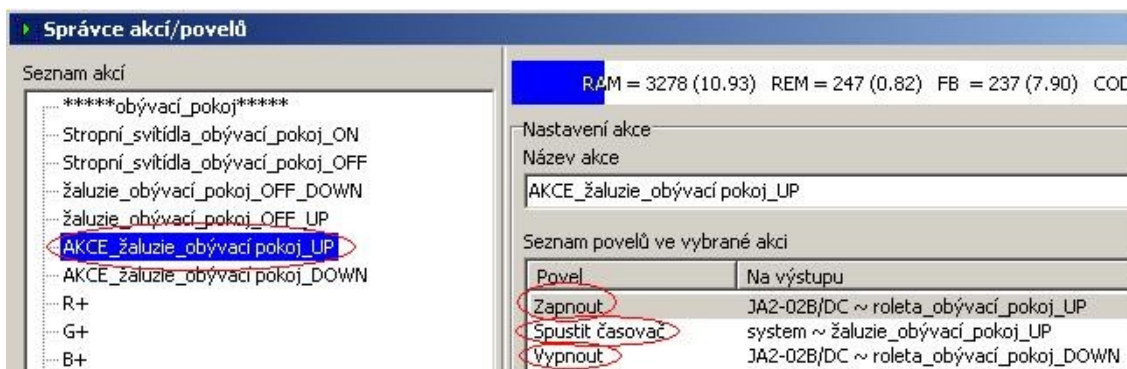
V okně *SPRÁVCE AKCÍ/POVELŮ* lze pro lepší orientaci v seznamu těchto akcí vytvářet akce, které jsou pouze pojmenované, ale nepřináleží k nim žádné povel. Zmíněná konfigurace seznam akcí vizuálně roztřídí a uživatel tím získává přehled v seznamu akcí, ze

kterého vidí kam přesně, která akce patří, čímž je zajištěna lepší orientaci v seznamu akcí a následná konfigurace jednotlivých povelů. Obr. 56

- *Ovládání žaluzií*

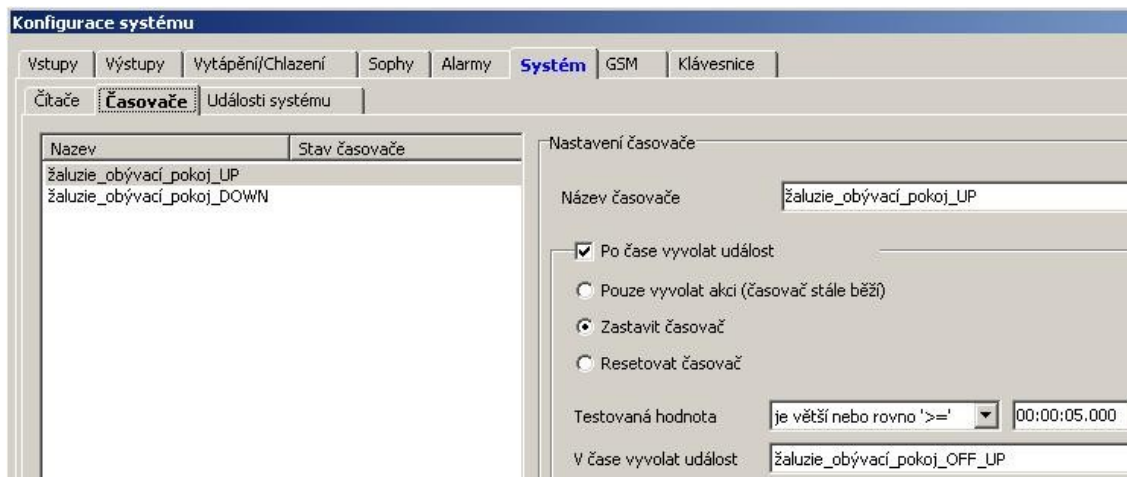
Stejným způsobem, jakým byly nakonfigurovány stropní svítidla, byla provedena konfigurace žaluzií. Po vytvoření akce *AKCE_žaluzie_obývací_pokoj_UP*, *AKCE_žaluzie_obývací_pokoj_DOWN* ve *SPRÁVCI AKCÍ/POVELŮ*, kterými jsou žaluzie ovládány, byla této akci přiřazena, v *KONFIGURACI SYSTÉMU*, příslušná tlačítka na LCD panelu, jejichž stiskem je řízena aktivace/deaktivace dané akce.

Protože jsou žaluzie řízeny spínáním řídicích výstupů aktoru, a to na základě časového impulsu (čas trvání pulzu je totožný s časem pohybu žaluzií nahoru či dolů), je akce, která slouží k ovládání žaluzií složena z několika dílčích povelů. Jedná se o povel pro aktivaci pohybu žaluzií zvoleným směrem a aktivaci časovače, který daný směr pohybu po uplynutí času vypne. Obr. 57



Obr. 57 Tvorba akce žaluzie

Pro minimalizaci hazardního stavu zařízení je do dané akce přidán povel, kterým dojde k vypnutí opačného směru chodu žaluzií než je daná akce řízena. Tímto je docíleno toho, že v případě aktivace žaluzií jedním směrem, v době kdy ještě nebyl dokončen opačný směr pohybu v daném čase, nevzniknou v systému současně dva povely na chod žaluzií opačnými směry.



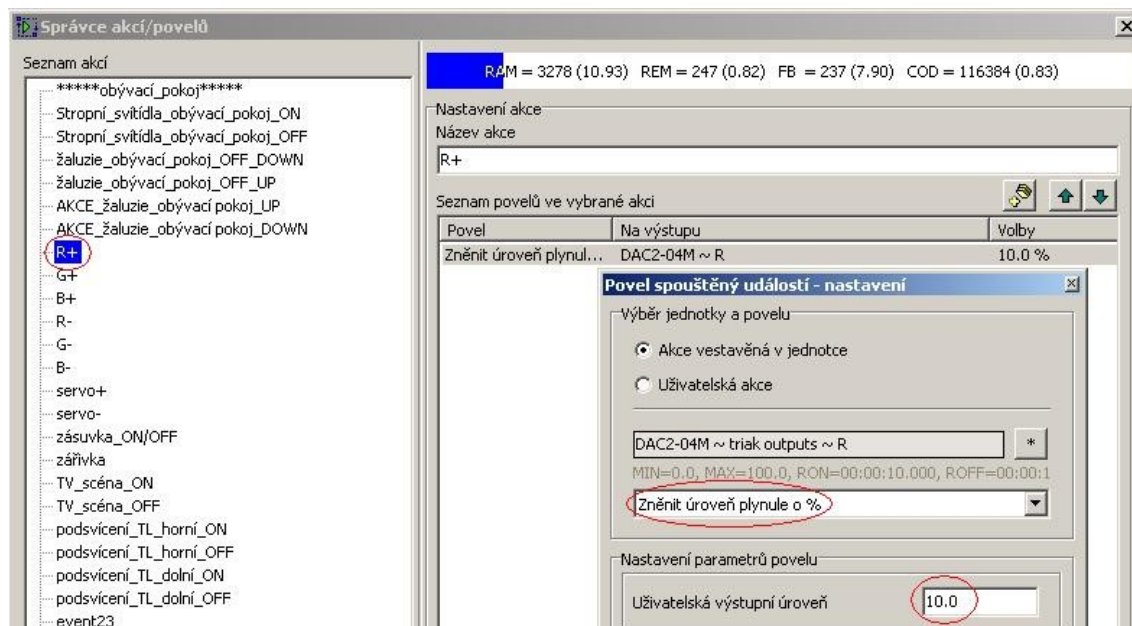
Obr. 58 Tvorba časovače

Časovače k řízení žaluzií byly vytvořeny v nabídce *KONFIGURACE SYSTÉMU* v záložce *SYSTÉM* a v podzáložce *ČASOVAČE*. Po jejich vytvoření byly nastaveny jejich konkrétní parametry. Časovač *ŽALUZIE_OBÝVACÍ_POKOJ_UP* je nastaven k zastavení po uplynutí jeho času, který je nastaven v nabídce „testovaná hodnota“ „je větší nebo rovno“ zvolenému času 5s. Obr. 58 Po uplynutí tohoto času je vyvolána akce, kterou je zapnutý výstup povelu vypnut.

- *Ovládání RGB osvětlení a servopohon*

Po zvolení si tlačítek na LCD panelu, která jsou použita k ovládání RGB osvětlení a řízení servopohonu prostřednictvím analogových výstupů jednotky DAC2-04M, byly tlačítkům přiřazeny jednotlivé akce.

Konkrétní akce pro ovládání jednotlivých barev RGB osvětlení jsou nakonfigurovány obdobným způsobem. V akcích byla zvolena, u jednotlivých výstupů DAC2-04M jednotky, možnost *ZMĚNIT ÚROVEŇ PLYNULE O %* a v nastavení tohoto parametru bylo zvoleno o kolik procent se daná úroveň má změnit. V případě kladných hodnot, dojde s každým vyvoláním této akce (stiskem tlačítka) ke zvýšení úrovně napětí na výstupu o zvolenou hodnotu; v případě záporných hodnot naopak dojde k poklesu úrovně napětí na výstupu. Tím je docílena, změnou úrovně napětí, změna svitu jednotlivých barev RGB osvětlení. Obr. 59

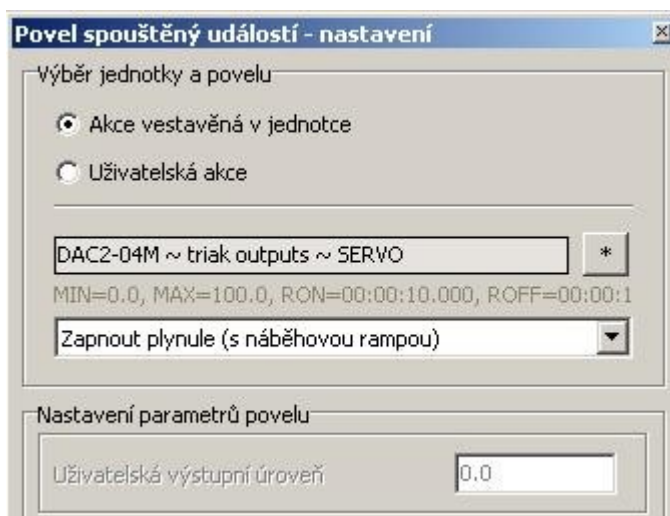


Obr. 59 Tvorba akce - povelu pro řízení RGB osvětlení

Řízení servopohonu je vyvoláno akcí, ve které byl zvolen povel *ZAPNOUT PLYNULE*. Touto volbou bylo docíleno plynulého zvyšování napětí na výstupu z hodnoty napětí 0 V, až do

hodnoty napětí 10 V. Tím servopohon plynule změní svou polohu z jedné krajní polohy do druhé. Druhou akcí s povelem *VYPNOUT PLYNULE*, dojde k plynulému návratu servopohonu do výchozí polohy.

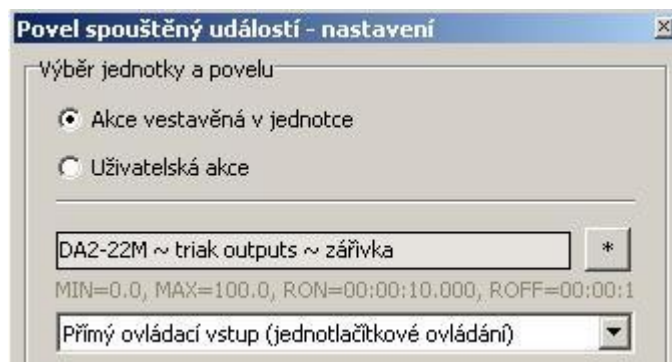
Dobu plynulého náběhu *RON* či doběhu *ROFF* je možno korigovat a měnit v nabídce *KONFIGURACE SYSTÉMU* -> *ANALOVÉ VÝSTUPY* a zde v nabídce *NASTAVENÍ VÝSTUPU*.



Obr. 60 Tvorba povelu servopohonu

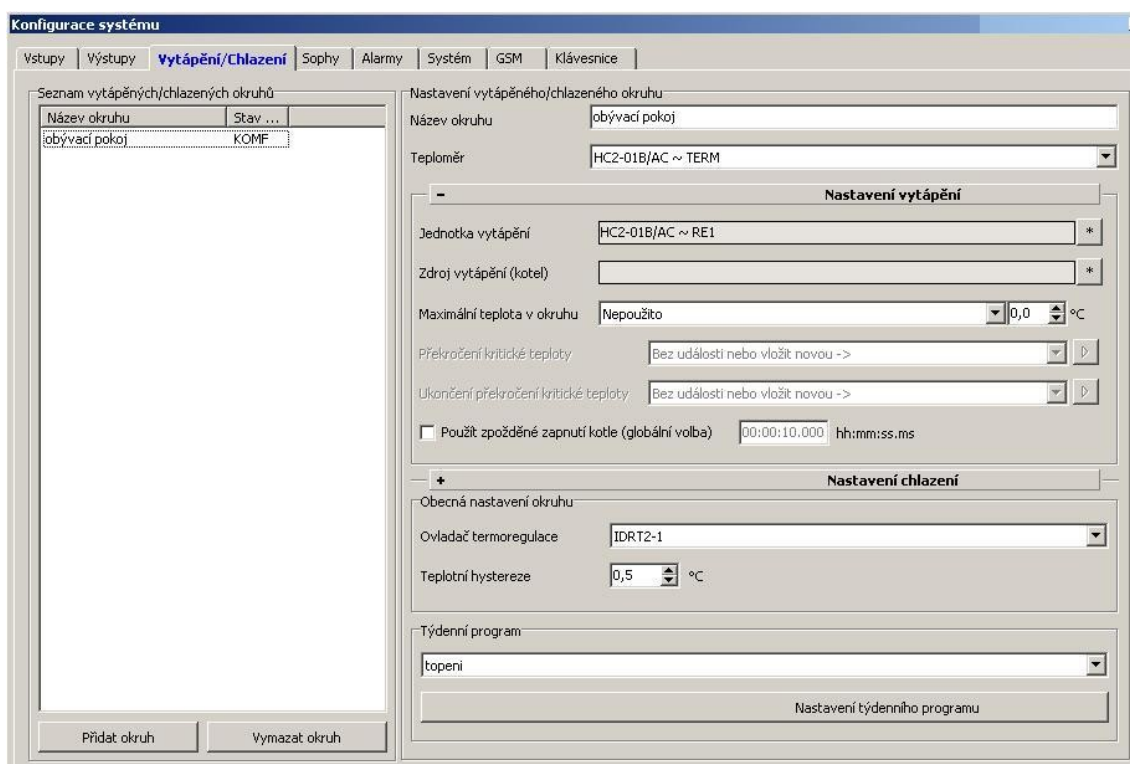
- Ovládání intenzity osvětlení zářivky

Pro ovládání intenzity svitu zářivky byl při konfiguraci akce zvolen povel *PŘÍMÝ OVLÁDACÍ VSTUP*. Jedná se o druh povelu, který umožňuje řízení svitu jediným tlačítkem. Prvním stisknutím tlačítka dojde k pomalému plynulému rozsvícení světla, přičemž intenzita svitu je dána délkou stisknutí daného tlačítka a druhým stisknutím a držením stejného tlačítka dochází k pozvolnému snižování intenzity svitu řízeného světla.



Obr. 61 Tvorba akce řízení žářivky

- *Ovládání topení pomocí termohlavice*



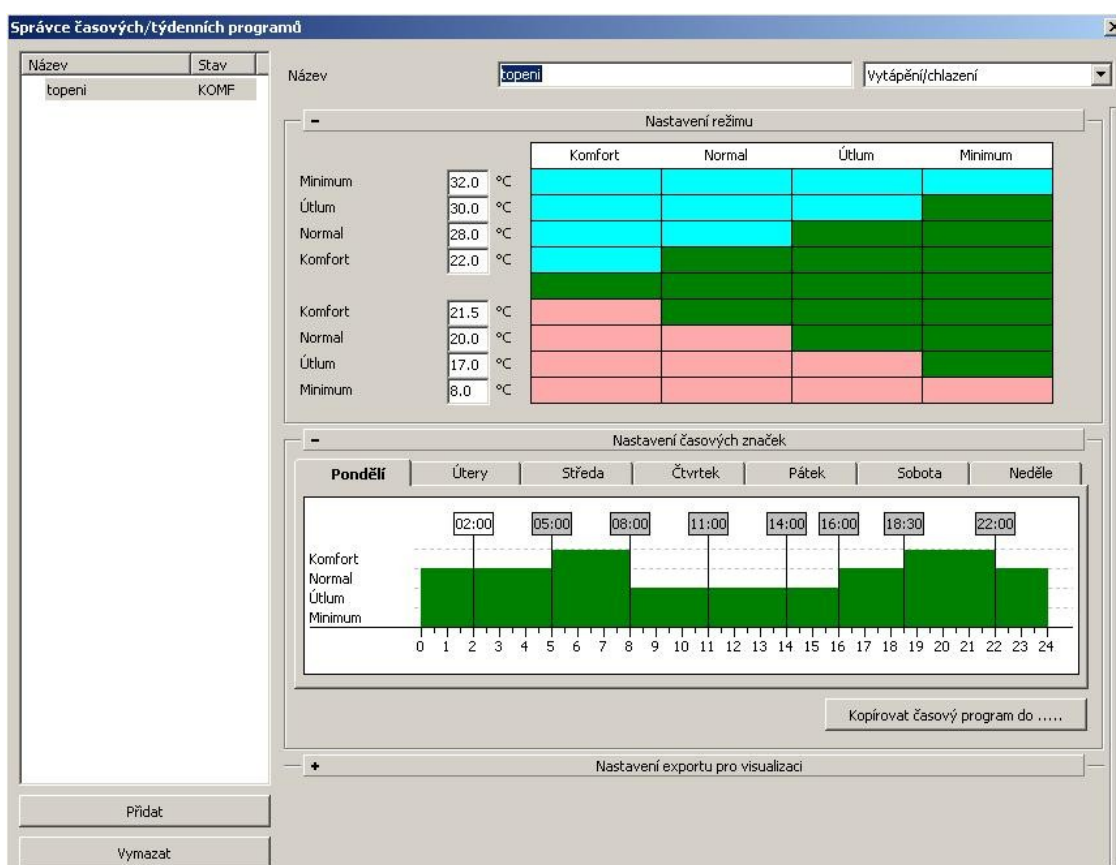
Obr. 62 Konfigurace vytápění – vytápěcí a ovládací jednotky

Pro možnost řízení regulace topení prostřednictvím LCD panelu bylo nejdříve nutno v nabídce *KONFIGURACE SYSTÉMU* a v podzáložce *VYTÁPĚNÍ/CHLAZENÍ* vytvořit otopný okruh, který lze posléze řídit z LCD panelu jednotky EST-2/B.

Otopný okruh je důležité správně nastavit a zajistit tak jeho správnou funkčnost. Konfigurovaný otopný okruh byl nejdříve pojmenován a byl tomuto okruhu přiřazen teplotní senzor, kterým je snímána teplota v prostředí, vytápěném tímto okruhem. V nabídce nastavení vytápění byl nastaven aktor, kterým je otopný okruh řízen. V konfigurované oblasti obývacího pokoje se jedná o aktor HC2-01B/AC. Je-li uživatelem nakonfigurováno, lze pomocí přiřazeného teplotního senzoru zaznamenat překročení kritické teploty v otopném okruhu

a vyvolat předem nadefinovanou akci při překročení této zvolené kritické teploty. Následně lze také nakonfigurovat akce, které se aktivují při ukončení překročení kritické teploty. Takto nakonfigurovaný okruh topení je již možno použít k automatické regulaci teploty v zvoleném otopném okruhu. Prostřednictvím ovladače termohlavice je umožněno otopný okruh dle požadavku uživatele doregulovat na požadovanou teplotu, rozdílnou oproti konfiguraci teploty v týdenním programu. V případě otopného okruhu obývacího pokoje byl zvolen ovladač termohlavice IDRT2-1. Obr. 62

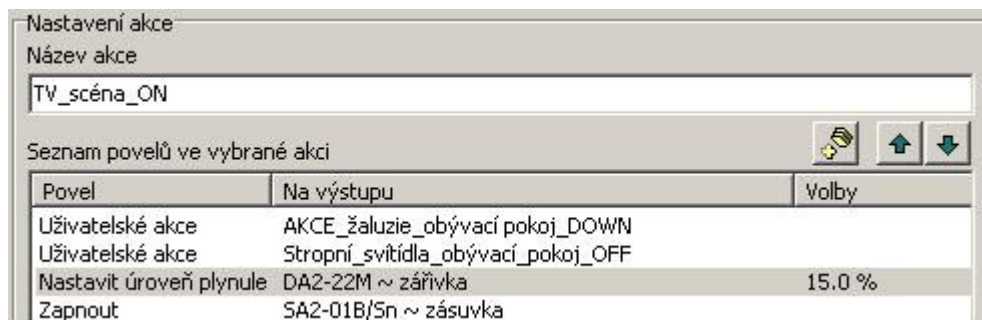
Nastavení týdenního programu vytápění, který slouží pro nastavení určitých teplotních hodnot v otopném okruhu ve zvolených časových intervalech, disponuje možností nastavení rozdílných konfigurací pro každý den. Týdenní program je společný jak pro chlazení, tak i pro vytápění v daném okruhu. Obr. 63



Obr. 63 Konfigurace vytápění – týdenní program

- *Konfigurace televizní scény*

Nastavení televizní scény spočívá ve vytvoření jediné akce, která se skládá z jednotlivých povelů, aktivujících či deaktivujících jednotlivá zařízení. Na počátku je přiřazeno televizní scéně vybrané tlačítko LCD panelu, které po jeho aktivaci spustí akci *TV_scéna_ON* a povely, které jsou akci přiřazeny, jsou vykonány najednou. Tímto je provedena scéna. Obr. 64



Obr. 64 Tvorba akce TV-scény

7.2.2 Konfigurace oblasti ložnice

K ovládání zařízení v ložnici je použita *SOPHY* jednotka. Součástí *SOPHY* jednotky jsou tlačítka, která byla nakonfigurována pro ovládání stropních svítidel v ložnici. Pomocí IR modulu lze ovládat intenzitu osvětlení žárovky a manipulovat s žaluziemi. Jednotka *SOPHY* je dále nakonfigurována pro hlasové ovládání stropních svítidel.

Prostřednictvím IR signálu či hlasového povelu lze ovládat dvě scény. Při aktivaci první scény - *NOČNÍ SCÉNA*, dojde k zatažení *žaluzií* a vypnutí všech zdrojů světla v prostoru ložnice. Při aktivaci druhé scény – *RANNÍ SCÉNA*, dojde k vytažení žaluzií nahoru a rozsvícení světel. Aktivace osvětlení je však podmíněna intenzitou svitu v prostoru ložnice.

Tlačítka, kterými budou ovládána stropní svítidla, jsou v systému označena jako digitální vstupy. Konfigurace funkcí těchto tlačítek je obdobná, jako konfigurace stropních svítidel v obývacím pokoji. Rozdíl spočívá pouze v tom, že první svítidlo ovládané vrchním tlačítkem této jednotky, bude ovládáno povelu *PŘEPNOUT* výstup. Tím je vždy docíleno změny stavu výstupu, na kterém je toto svítidlo připojeno, a tedy v případě vypnutého světla stiskem tlačítka rozsvítíme a naopak. Spodním tlačítkem této jednotky je ovládáno druhé stropní svítidlo. Zde je aktivní rozlišování dlouhého a krátkého stisku. Krátkým stiskem dojde k aktivaci a světlo bude rozsvíceno a dlouhým stiskem naopak dojde k deaktivaci a zhasnutí světla.

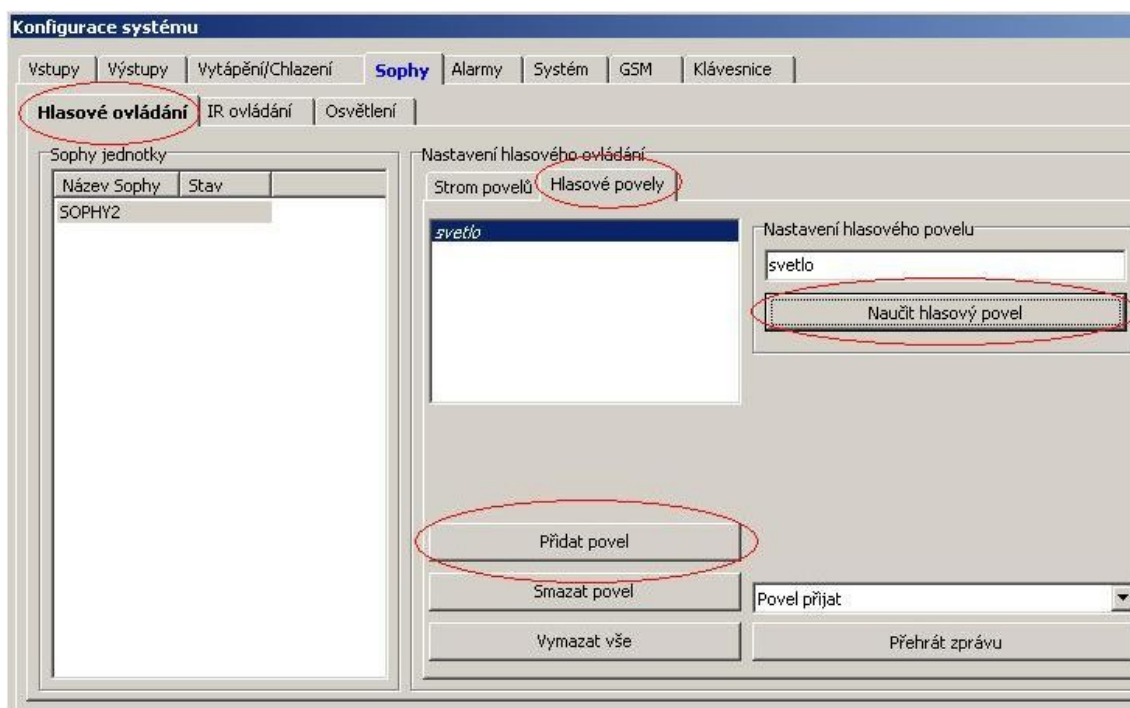
V obou případech použití tlačítek a stropních svítidel dojde k totožné reakci rozsvícení či zhasnutí těchto svítidel. Rozdíl však spočívá v použití povelu *PŘEPNOUT* výstup, který je dostačující k vytvoření jediné akce s tímto povelu a výstup – osvětlení lze takto rozsvítit i zhasnout. Druhou možností je pak vytvoření dvou akcí, jedna pro zapnutí výstupu (krátký stisk tlačítka) a druhá pro vypnutí výstupu (dlouhý stisk tlačítka).

Před samotným ovládáním žaluzií a intenzity svitu žárovky, je nutné naučit jednotku kódy, kterými tyto zařízení jsou řízeny. K ovládání zařízení je použit ovladač, který je běžně používán u zařízení používaných v domácnosti. V našem případě byl použit IR ovladač radiopřehrávače. Obdobná situace je i pro konfiguraci ovládání hlasovým modulem, kde je zapotřebí nejdříve daný hlasový modul naučit řídicí příkazy. Kompletní řízení této jednotky lze nalézt v nabídce *KONFIGURACE SYSTÉMU*, pod záložkou *SOPHY*. Součástí záložky *SOPHY* jsou tři podzáložky, které reprezentují možnosti konfigurace všech tří modulů této *SOPHY* jednotky.

- **Nastavení hlasového ovládání**

Před samotnou konfigurací hlasového modulu jednotky *SOPHY* byl nejdříve zvolen jazyk, kterým jednotka bude reagovat na hlasové povely. Nastavení jazyka bylo provedeno v nabídce *SPRÁVCE JEDNOTEK/ZAŘÍZENÍ*, kde je zapotřebí nalézt CIB větev, ke které je konfigurovaná jednotka připojena. Po jejím označení lze v okně *ROZŠÍŘENÉ NASTAVENÍ* vidět a nastavovat možnosti jednotky. V okně byla zvolena používaná varianta jazyka jednotky *SOPHY* – čeština. Po zvolení nastavení jazyka jednotky, byla nabídka ukončena stiskem tlačítkem *OK* a změna nahrána do centrální jednotky systému.

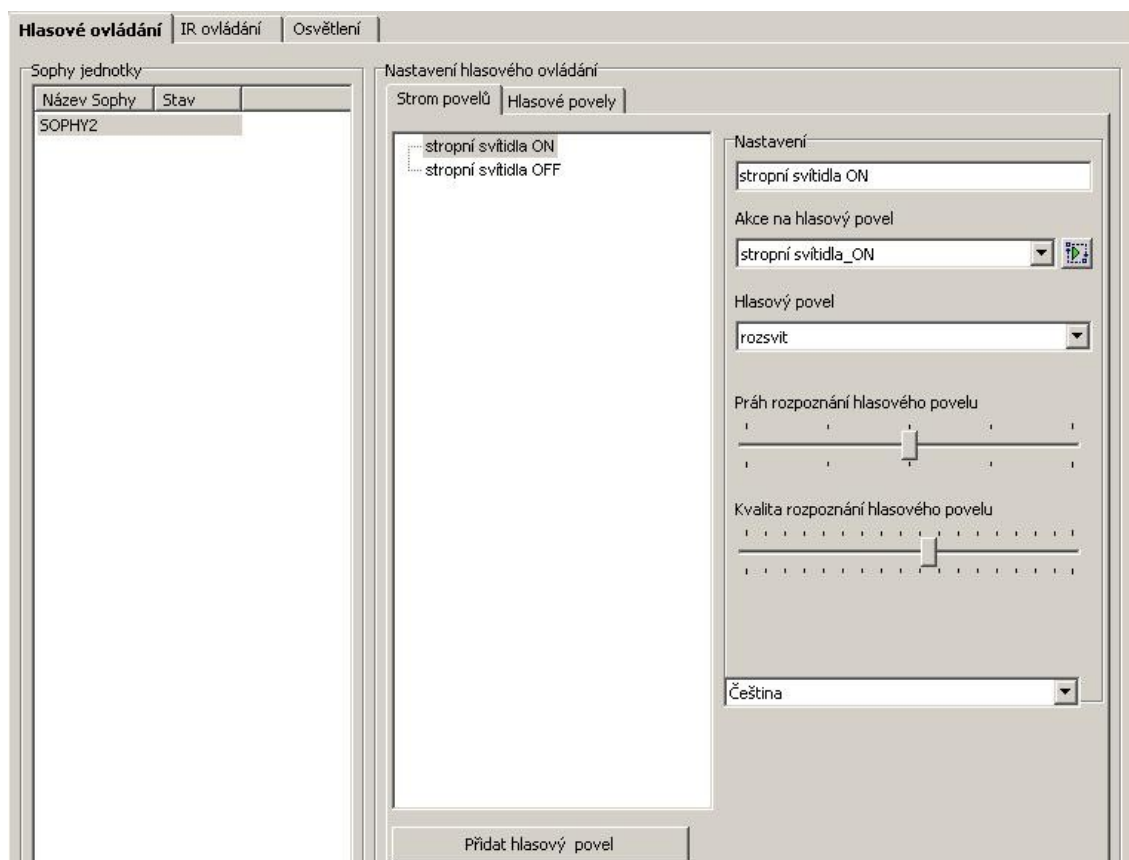
Po provedeném nastavení jazyka bylo provedeno nastavení hlasových povelů. V nabídce nastavení hlasového ovládání byla nejdříve vybrána možnost *HLASOVÉ POVELY*, kde byl po stisku *PŘIDAT POVEL* vytvořen povel s názvem *new message*. Pojmenování povelu lze měnit ve vedlejším okně této nabídky. Výběrem *NAUČIT HLASOVÝ POVEL* dojde ke spuštění hlasové sekvence, která je průvodcem samotné tvorby hlasového povelu. Obr. 65



Obr. 65 Tvorba hlasových povelů

Po úspěšném uložení hlasového povelu lze provést přiřazení, předem nakonfigurovaných akcí k danému hlasovému povelu v nabídce *NASTAVENÍ*, která je součástí záložky *STROM POVELU*. Obr. 66 V *NASTAVENÍ* je dále možno korigovat práh rozpoznávání a kvalitu hlasových povelů.

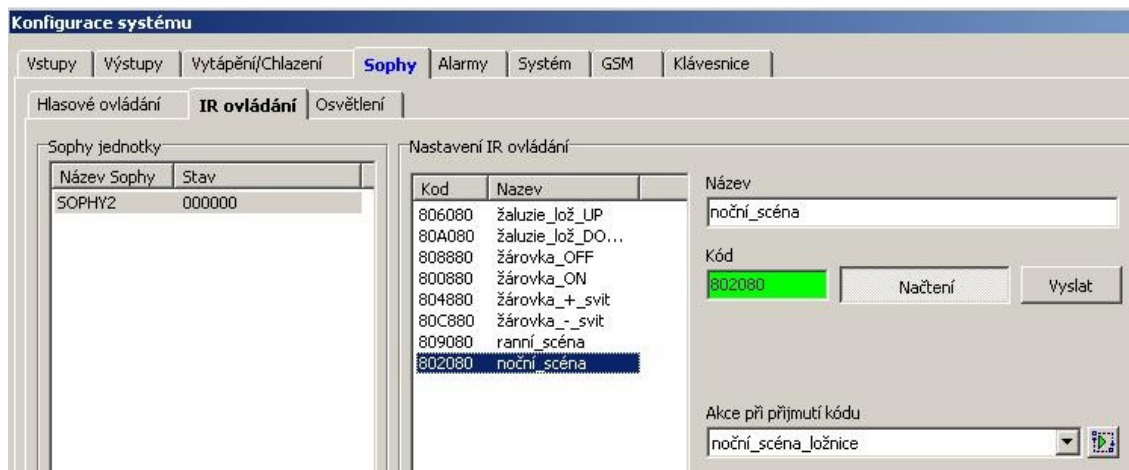
Obdobným postupem je provedena konfigurace všech hlasových povelů. Všechny provedené konfigurace je nutno opět nahrát do centrální jednotky systému a zajistit tak jejich aktivaci.



Obr. 66 Nastavení hlasových povelů

- **IR ovládání**

První částí konfigurace IR ovládání bylo vytvoření kódu. Kód je vytvářen v příslušné záložce obdobně jako u nastavení hlasového ovládání. Zde byl vytvořen nový povel, kterému je přiřazen aktivační kód IR signálu. Načtení povelu je provedeno stiskem tlačítka *NAČÍST*, poté okno s kódem změni barvu (zezelená) a systém čeká na odezvu ovladače, kterým bude povel ovládán. Po zmáčknutí příslušného tlačítka na IR ovladači je provedeno přiřazení povelu. Následně je přijatému kódu přiřazena akce, která bude vykonána po přijmutí kódu jednotkou *SOPHY*. Obr. 67. Tak jako v předchozích případech konfigurací, nutno změny a nastavení nahrát do centrální jednotky k následné aktivaci.

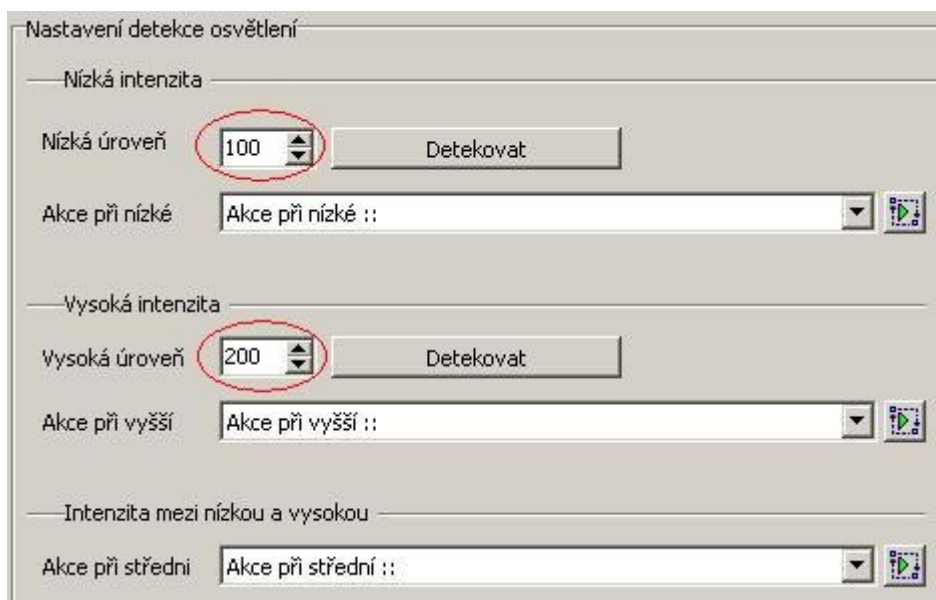


Obr. 67 Načtení IR kódu s nastavením příslušné akce

- **Osvětlení**

Jednotka *SOPHY* je schopna detekovat intenzitu okolního osvětlení a uživateli je tak umožněno nakonfigurovat systém tak, aby se při určité intenzitě okolního osvětlení vykonala nakonfigurovaná akce. Systém lze naučit reakci na nízkou a vysokou intenzitu okolního osvětlení, ale také spustit nakonfigurovanou akci při intenzitě osvětlení mezi nízkou a vysokou. Těchto vlastností bylo využito pro podmíněné zapnutí osvětlení v RANNÍ scéně.

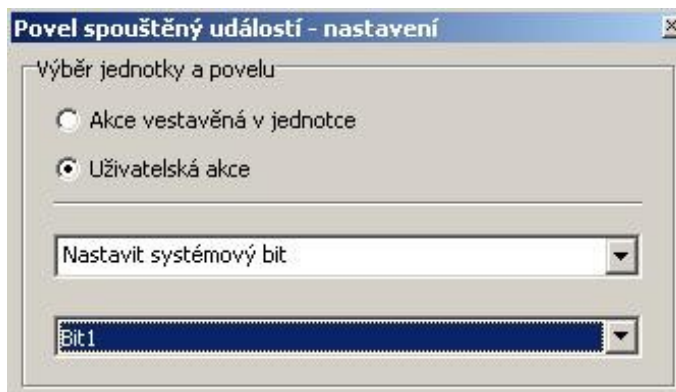
V *NASTAVENÍ DETEKCE OSVĚTLENÍ* byla nastavena intenzita úrovní osvětlení, při kterých dojde k aktivacím daných akcí, které byly k jednotlivým úrovním přiřazeny. Obr. 68



Obr. 68 Nastavení detekce osvětlení

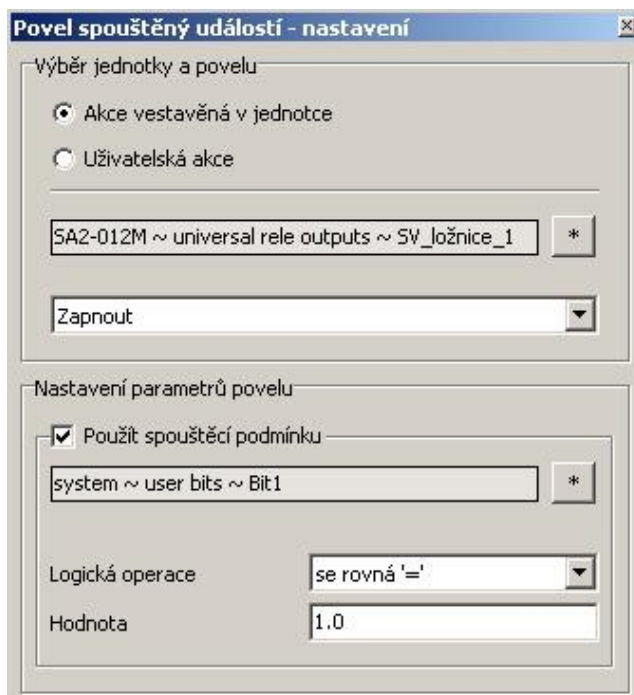
Při konfiguraci akcí bylo také využito systémových bitů, které lze využít jako pomocné proměnné pro vytváření akcí a povelů. Tyto bity nabývají dvou logických hodnot, a to logická 1 nebo logická 0.

Bit1 byl využit pro podmíněné zapnutí stropních svítidel v prostoru ložnice při aktivaci RANNÍ SCÉNA. Při aktivaci akce u nízké úrovni intenzity osvětlení byl tento *bit1* nastaven na logickou hodnotu 1. Jakmile tento stav pomine, aktivuje se akce při střední intenzitě osvětlení. Nadefinováním opačné uživatelské akce, a to na vynulování systémového bitu, dojde k tomu, že při nízké intenzitě úrovně osvětlení je tento systémový bit nastaven na logickou hodnotu 1 a při pominutí této nízké úrovně osvětlení je tento bit nastaven na logickou hodnotu 0. Obr. 69



Obr. 69 Použití systémového bitu

Systémový *bit1* byl použit při konfiguraci akce RANNÍ SCÉNA, kde přiřazením povelu pro zapnutí stropního svítidla bylo užito spouštěcí podmínky. Tím bylo docíleno zapnutí výstupu se stropním svítidlem jen při nastaveném systémovém *bitu1* na logickou úroveň 1, Obr. 70.

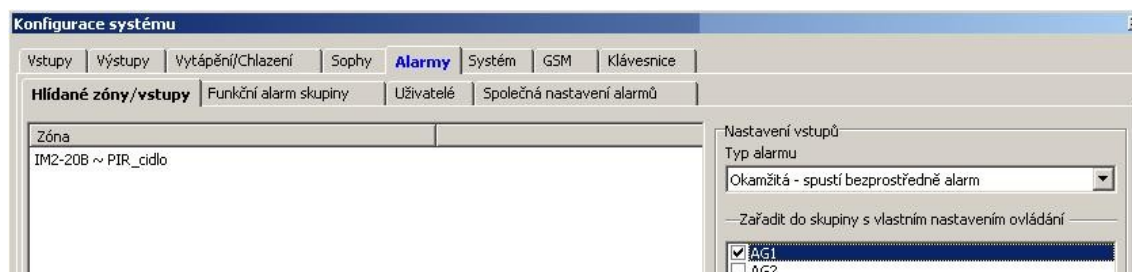


Obr. 70 Nastavení podmíněného povelu

7.2.3 Konfigurace zbývajících částí domu

Nástěnný ovladač WSB2-40/G disponuje čtyřmi tlačítky, která jsou použita pro ovládání osvětlení zbývajících částí objektu - chodby, kuchyně, WC a koupelny. Při konfiguraci akcí přiřazených těmto tlačítkům je použit povel *PŘEPNOUT*. Tím lze docílit ovládání každým tlačítkem samostatně jedno světlo. Dále je využito signalizačních LED diod, kterými je vizuálně signalizováno, že je přiřazené světlo rozsvíceno. Toho bylo docíleno vytvořením akcí, kterými lze signalizační LED diody ovládat. V případě sepnutí výstupu svítidla, dojde k rozsvícení signalizační LED diody a naopak.

Na modelu domu byl dále nakonfigurován alarm. Alarm je chápán jako možnost nakonfigurovat systém pro ochranu objektu elektronickými zabezpečovacími komponenty (EZS). Pro simulaci funkcí alarmu bylo využito magnetického dveřního spínače spolu s PIR čidlem. Konfigurace alarmu byla provedena v *KONFIGURACI SYSTÉMU* pod záložkou *ALARM*.



Obr. 71 Alarmy – přiřazení EZS jednotek do skupin

V první záložce *HLÍDANÉ ZÓNY/VSTUPY* byly přiřazeny jednotlivé EZS komponenty do skupin, které reprezentují jednotlivé zóny objektu (první patro-druhé patro; obývací pokoj-ložnice). Vytvořeným skupinám obsahující jednotlivé EZS komponenty byl vybrán typ alarmu, jehož prostřednictvím byla skupině nastavena reakční doba vyvolání poplachu (*okamžitý, zpožděný, interní*). Obr. 71.



Obr. 72 Nastavení parametrů skupiny

V záložce *FUNKČNÍ ALARM SKUPINY* lze provést konfigurování vytvořených skupin/zón. Skupinám/zónám jsou přiřazeny akce, kterými lze nastavit způsob chování skupiny při aktivaci alarmu. Obr. 72.

Další záložka *UŽIVATELÉ*, slouží k vytváření uživatelů. Jednotlivý uživatelům lze tak nastavit jejich přístupové údaje a také skupiny/zóny, do kterých uživatel po přihlášení se do systému bude mít přístup. V poslední záložce *SPOLEČNÁ NASTAVENÍ ALARMŮ* lze provádět nastavení společných parametrů alarmů systému.

Pro simulaci aktivace a deaktivace alarmu bylo použito magnetického dveřního spínače. Obr. 73.

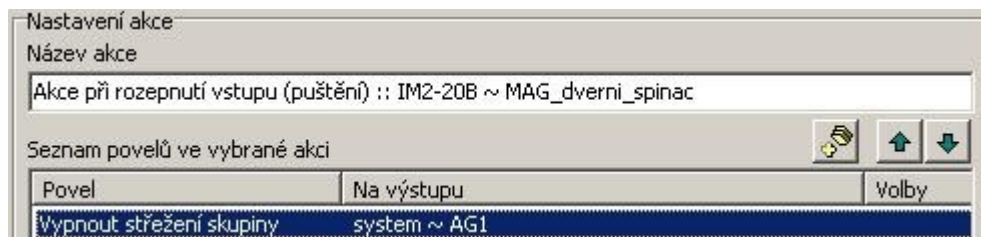
Obr. 73 Přiřazení akcí magnetickému dveřnímu spínači

Je-li alarm aktivní, pak na základě signalizace PIR čidlem při narušení prostoru, dojde k vyvolání poplachu. Obr. 74.

| Povel | Na výstupu | Volby |
|--------------------------|--------------|-------|
| Zapnout střežení skupiny | system ~ AG1 | |

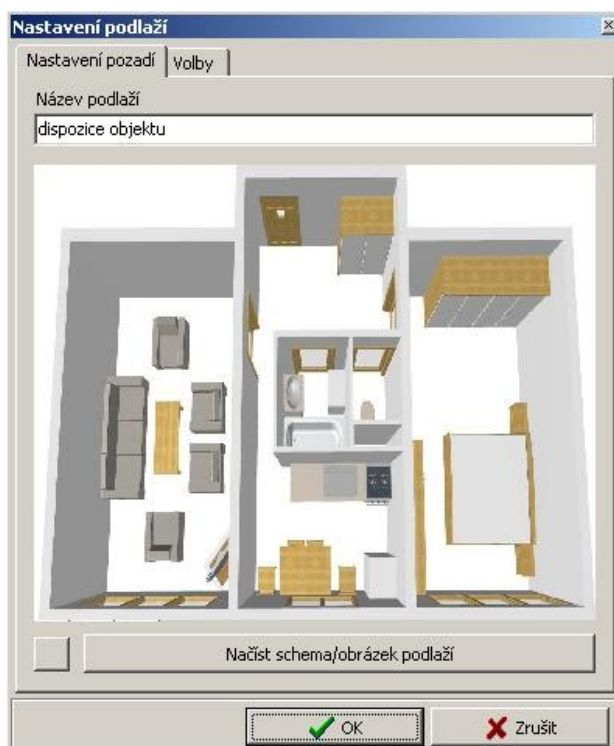
Obr. 74 Konfigurace akce magnetického dveřního spínače – sepnutí vstupu

Je-li alarm neaktivní, systém na signály z PIR čidla nereaguje a poplach se nevyvolá. Poplach je deaktivován až po deaktivaci systému alarmu. Obr. 75.



Obr. 75 Konfigurace akce magnetického dveřního spínače – rozepnutí vstupu

7.2.4 Ovládání funkcí prostřednictvím webového prohlížeče



Obr. 76 Načtení obrázku danému podlaží

Centrální jednotka disponuje webovým serverem, kterým je rozšířená variabilita ovládání a řízení všech zařízení, nacházejících se v daném objektu a systému znalých. V prostředí *DESIGNER* v *IDM programu*, lze provést konfiguraci webového serveru. Lze zde vytvářet tzv. plány/podlaží, které obsahují grafické prvky, kterými lze sledovat stav zařízení a také jej ovládat prostřednictvím webového rozhraní. Každému takto vytvořenému plánu odpovídá jedna stránka ve webovém prohlížeči a je možno se mezi těmito plány (obrazovky) přepínat prostřednictvím seznamu plánu na webových stránkách jednotlivých plánů.

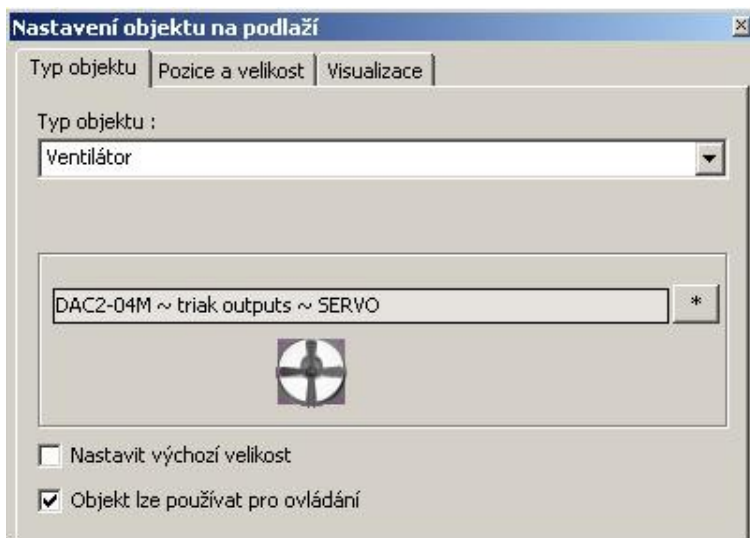
Pro konfigurovaný rodinný dům, byl nejdříve načten objekt (obrázek), který je použit jako pozadí a reprezentuje grafické znázornění řízeného objektu. Díky

vizuální reprezentaci řízeného objektu je umožněna snadná orientace při ovládání zařízení v systému. Obr. 76.

Následně bylo provedeno vložení grafických symbolů, kterými je zařízení ovládáno. Symboly jsou vybírány z paletky umístěné na levé straně obrazovky. Objekty jsou do plánu vkládány přesunutím z této paletky. Po vložení grafického prvku se objeví okno, ve kterém je zobrazen seznam jednotek, které systém eviduje. Výběrem jednotky dojde ke spojení mezi vybranou jednotkou a grafickým symbolem a symbol tak převeze vlastnosti vybrané jednotky.

Je důležité uvědomit si, jaká jednotka je ke grafickému symbolu přiřazena. Dojde-li k přiřazení grafickému symbolu přímo výstup jednotky např. ovládající jeden směr pohybu rolet, dojde z webového prostředí přímo k jeho sepnutí. Tím, ale nedojde k jeho automatickému rozepnutí po čase navoleném časovačem. Akce, která takto řídí rolety, není přiřazená k výstupu

jednotky ovládajícím směr chodu rolet, ale je přiřazena k ovládacímu tlačítku na LCD displeji. Má-li být zařízení ovládáno pomocí jeho ovládacích akcí, musí být grafický symbol spojen s jednotkou, která tuto akci spouští.



Obr. 77 Nastavení grafického objektu

Jakmile je grafický symbol provázán s jednotkou, lze tímto symbolem jednotku ovládat. Je-li požadováno, aby symbol pouze reprezentoval signalizaci stavu přiřazené jednotky, pak je možno ve vlastnostech grafického symbolu zrušit volbu *OBJEKT LZE POUŽÍVAT PRO OVLÁDÁNÍ*. Ve vlastnostech *NASTAVENÍ OBJEKTU NA PODLAŽÍ* je možno v případě potřeby změnit výběr přiřazené jednotky danému grafickému

symbolu. Okno s těmito možnostmi se objeví po dvojkliku na grafický symbol. Obr. 77

Po úspěšné konfiguraci všech požadovaných funkcí webserveru lze celou elektroinstalaci ovládat prostřednictvím webového prohlížeče. Uživatel je umožněno se pomocí webového prohlížeče přihlásit do systému, kde je zobrazena nakonfigurovaná vizualizace ovládání systému, kterou lze ovládat viz Obr. 78



Obr. 78 Finální vzhled nakonfigurovaného webového rozhraní

8 OVĚŘENÍ VLASTNÍ SPOTŘEBY KONPONENTŮ iNELS

Po kompletním osazení modelu a nastavení funkcí jednotlivých komponent, byla provedena měření veličin v laboratoři na Katedře kybernetiky a biomedicínského inženýrství. Pro měření byl použit měřicí přístroj YOKOGAWA WT210 – Digital Power Meter. Měření byla zaměřena na jmenovité napětí a proudy u jednotlivých jednotek systému iNELS. Měření jednotek proběhlo za klidového stavu zařízení, tedy bez zásahů do ovládání systému ze strany uživatele či programátora.

Jako první bylo naměřeno napětí a proud odebírané modelem ze sítě. Měřicí rozsah napětí byl nastaven 300V. Měřicí rozsah proudu byl prvotně nastaven na 1A. Po změření proudu na tomto rozsahu byl rozsah měření snížen na hodnotu 500mA a poté až na hodnotu 200mA. Snížením měřicího rozsahu bylo docíleno zvýšení přesnosti měření. Výkon byl změřen při nastaveném rozsahu napětí 300V a proudu 200mA. (Tab. 1)

Tab. 1 Naměřené hodnoty ze sítě

| | U/300V | I/1A | I/500mA | I/200mA | P [W] |
|---------------|--------|-------|---------|---------|-------|
| Odběr ze sítě | 236,55 | 0,156 | 153 | 148 | 18,2 |

Při samotném měření jednotlivých komponent na modelu byl měřicí rozsah napětí na měřicím přístroji nastaven 30V. Měřicí rozsah proudu 500mA byl použit u měření napájecího napětí systému (PS-100/iNELS, BPS2-02M) a u zbývajících jednotek byl rozsah proudu nastaven na hodnotu 200mA.

Měření jednotek umístěných na modelu bylo zahájeno měřením hodnot napětí a proudu u systémových jednotek (PS-100/iNELS, BPS2-02M, CU2-01M). Hodnota proudu odebíranou jednotkou BPS2-02M byla vypočtena, a to rozdílem proudu vstupujícím do jednotky a sumou proudů vystupujících z této jednotky. (Tab. 2)

Tab. 2 Naměřené hodnoty u systémových jednotek

| | U[V] | I[mA] | P[W] | Údaj výrobce |
|---------------------|--------|-------|-------|----------------|
| PS-100/iNELS - OUT | 27,678 | 372 | 10,30 | |
| BPS2-02M - IN | 27,675 | 372 | 10,30 | |
| BPS2-02M - OUT | 27,261 | 109 | 2,97 | |
| BPS2-02M - CIB_A | 27,250 | 141 | 3,84 | |
| BPS2-02M - CIB_B | 27,252 | 106 | 2,89 | |
| BPS2-02M - (IN-OUT) | 27,360 | 16 | 0,44 | 27 V DC/15 mA |
| CU2-01M - IN | 27,261 | 109 | 2,97 | 27 V DC/110 mA |

Hodnota výkonu, který je dodáván systémovým zdrojem PS-100/iNELS a spotřebován celým instalovaným systémem na modelu byla spočtena z naměřených hodnot napětí a proudů na výstupu tohoto zdroje 10,30W.

Dále byly změřeny hodnoty na aktorech umístěných na větvi B sběrnice CIB. (Tab. 3)

Tab. 3 Naměřené hodnoty u jednotek umístěných na větvi B CIB sběrnice

| Aktory na CIB_B | U[V] | I[mA] | P[W] | Údaj výrobce |
|-----------------|--------|-------|------|--------------------------------|
| SA2-01B | 27,250 | 20 | 0,55 | 27 V DC/40 mA, ze sběrnice CIB |
| JA2-02B | 27,250 | 26 | 0,71 | 27 V DC/60 mA, ze sběrnice CIB |
| JA2-02B/DC | 27,250 | 22 | 0,60 | 27 V DC/60 mA, ze sběrnice CIB |
| IM2-20B | 27,250 | 17 | 0,46 | 27 V DC/15 mA, ze sběrnice CIB |
| HC2-01B/AC | 27,250 | 13 | 0,35 | 27 V DC/20 mA, ze sběrnice CIB |

A také aktory umístěné na větvi A sběrnice CIB. (Tab. 4)

Tab. 4 Naměřené hodnoty u jednotek umístěných na větvi A CIB sběrnice

| Aktory na CIB_A | U[V] | I[mA] | P[W] | Údaj výrobce |
|-----------------|--------|-------|--------|--------------------------------|
| DA2-22M | 27,237 | 28 | 0,7626 | 27 V DC/30 mA, ze sběrnice CIB |
| SA2-012M | 27,239 | 5 | 0,1362 | 230 V AC/50 mA |
| DAC-04M | 27,239 | 18 | 0,4903 | 27 V DC/50 mA, ze sběrnice CIB |

Hodnoty napětí a proudů změřených na ovládacích. (Tab. 5)

Tab. 5 Naměřené hodnoty u ovládacích jednotek

| Ovladače na CIB_A | U[V] | I[mA] | P[W] | Údaj výrobce |
|-------------------|--------|-------|------|--------------------------------|
| WSB2-40/G | 27,239 | 17 | 0,46 | 27 V DC/25 mA, ze sběrnice CIB |
| EST2-2/B | 27,239 | 58 | 1,58 | 27V DC/ 150mA |
| SOPHY2/G | 27,239 | 16 | 0,44 | 27 V DC/60 mA, ze sběrnice CIB |

Z naměřených hodnot vyplývá, že při klidovém režimu systému byl modelem ze sítě odebíráán výkon 18,2W.

Porovnáním naměřených proudových odběrů aktorů a ovladačů s údaji, které udává výrobce, je patrné, že naměřené hodnoty jsou ve většině případů nižší než hodnoty udávané výrobcem. Hodnoty, které udává výrobce u jednotlivých aktorů a ovladačů jsou maximální hodnoty proudů, které jsou odebírány ze sběrnice. Tyto údaje jsou využívány pro určení proudových nároků instalace systému, a tedy pro správné dimenzování napájecího zdroje systému.

Po sečtení výkonů všech jednotlivě změřených systémových jednotek, aktorů a ovládacích jednotek bylo dosaženo výsledku 9,95W. Rozdíl mezi sumační hodnotou jednotlivých zařízení připojených na CIB sběrnice a hodnotou dodávanou systémovým zdrojem vznikl z důvodů zaokrouhlování a chybou čtení údajů z měřicího přístroje. Obě hodnoty však

v sobě nezahrnují výkony, odebírané ze sítě jednotkami, které pro svou správnou činnost vyžadují připojení síťového napájení a ani ztrátové výkony obou napájecích zdrojů systému na modelu.

Z naměřených hodnot jednotlivých jednotek systému je možno vypočítat přibližnou spotřebu iNELS komponentů v reálné instalaci systému v bytě, domě a v jiných objektech.

9 POROVNÁNÍ MODELŮ ŘÍZENÝCH SYSTÉMY iNELS A KNX

Inspirací pro návrh a výrobu modelu řízeného systémem iNELS byl již existující model řízený systémem KNX na Katedře kybernetiky a biomedicínského inženýrství VŠB – TU Ostrava. Jelikož oba modely disponují srovnatelnými funkcemi, je možno provést jejich srovnání v oblastech finančních pořizovacích nákladů a vlastní spotřeby obou systémů.

Ověření vlastní spotřeby komponentů KNX

V roce 2012 byla na Katedře kybernetiky a biomedicínského inženýrství VŠB – TU Ostrava řešena diplomová práce *Řízení provozu budov pomocí systému KNX*, která se zabývala problematikou řízení budov pomocí systému KNX. Praktická část diplomové práce se zabývala demonstrací řízení budov pomocí systému KNX na modelu, který se skládá ze tří částí (panelů) propojených pomocí KNX sběrnice do jednoho uceleného celku. V závěru diplomové práce došlo k ověření vlastní spotřeby komponentů KNX a naměřená data budou použita pro srovnání vlastní spotřeby obou systémů.

Tab. 6 Naměřené hodnoty komponentů KNX

| Objednací číslo | Produkt | Spotřeba - katalog. hodnota | Proud [mA] | Napětí [V] | Příkon [W] |
|-----------------|---------------------------------------|-----------------------------|------------|------------|------------|
| MTN649350 | KNX univ. stmív. akční člen | cca. 5 mA | 5,58 | 30,22 | 0,17 |
| MTN649804 | KNX žaluz. akční člen | max. 12,5 mA | 10,79 | 30,22 | 0,33 |
| MTN649208 | KNX spín. akční člen | max. 17,5 mA | 10,80 | 30,23 | 0,33 |
| MTN645129 | KNX akční člen topení | max. 125 mW | 3,06 | 30,22 | 0,09 |
| MTN645094 | KNX akční člen pro Fan Coil | max. 12 mA | 7,90 | 30,23 | 0,24 |
| MTN646991 | Řídicí jedn. 0-10V | cca. 17,5 mA | 18,49 | 30,22 | 0,56 |
| MTN646991 | Řídicí jedn. 0-10V | cca. 17,5 mA | 18,40 | 30,22 | 0,56 |
| MTN670804 | KNX tlač. rozhraní 4-nás. | < 10 mA | 4,67 | 30,22 | 0,14 |
| MTN681799 | KNX USB rozhraní | Neuvedeno | 4,95 | 30,24 | 0,15 |
| MTN6214-4146 | KNX multif. tlač. panel 4-nás.+RTC+IČ | Neuvedeno | 9,99 | 30,22 | 0,30 |
| MTN628146 | KNX tlač. panel 2-nás. | Neuvedeno | 4,11 | 30,22 | 0,12 |
| MTN617419 | KNX tlač. panel 4-nás. | Neuvedeno | 5,26 | 30,22 | 0,16 |
| MTN628019 | KNX tlač. panel 1-nás. | Neuvedeno | 4,08 | 30,22 | 0,12 |
| MTN628119 | KNX tlač. panel 2-nás. | Neuvedeno | 4,20 | 30,21 | 0,13 |
| MTN6212-0319 | KNX multif. tlač. panel 2-nás. | Neuvedeno | 8,74 | 30,21 | 0,26 |
| MTN628219 | KNX tlač. panel 3-nás. | Neuvedeno | 4,03 | 30,21 | 0,12 |
| MTN628319 | KNX tlač. panel 4-nás. | Neuvedeno | 4,08 | 30,21 | 0,12 |

| | | | | | |
|-----------|---|--------------|-------------|-------|------|
| MTN631719 | KNX ARG 180/2,2m, det. Pohybu | Neuvedeno | 5,34 | 30,21 | 0,16 |
| MTN630919 | KNX ARG det. přítomnosti+regulace osv.+IR | max. 8 mA | 5,37 | 30,21 | 0,16 |
| MTN648704 | KNX žaluz. akční člen | max. 17.5 mA | 10,64 | 30,22 | 0,32 |
| MTN647395 | KNX spínací akční člen | cca. 16 mA | 16,44 | 30,22 | 0,50 |
| MTN670802 | KNX tlačítkové rozhraní 2-nás. | < 10 mA | 4,65 | 30,22 | 0,14 |
| MTN663991 | KNX snímač osvětlení a teploty | < 150 mW | 4,73 | 30,22 | 0,14 |
| | | | <u>5,33</u> | | |

Celkový výsledek, po sečtení všech výkonů KNX komponentů, které jsou součástí KNX modelu, je 5,33 W.

V tabulce (Tab. 7) jsou uvedeny jednotlivé komponenty systému iNELS a principiálně totožné (nebo podobné) komponenty systému KNX a porovnání jejich vzájemných hodnot spotřebovaných výkonů. U ovládací jednotky EST2-2/B a MTN6212-0319 je toto porovnání zavádějící, a to z důvodu rozdílu zobrazovacích displejů kterými jsou jednotky vybaveny.

Tab. 7 Porovnání komponentů iNELS versus KNX z hlediska vlastní spotřeby

| iNELS | | P[W] | P[W] KNX | |
|---|-------------|-------|----------|--------------|
| Napájecí zdroj sysému | PS-100/INLS | 10,30 | - | MTN683890 |
| Oddělovač sběrnice | BPS2-02M | 0,44 | - | |
| Centrální jednotlka | CU2-01M | 2,97 | - | |
| Aktory | | | | |
| Jednokanálový spínací akrot | SA2-01B | 0,55 | 0,50 | MTN647395 |
| Roletový aktor / AC | JA2-02B | 0,71 | 0,33 | MTN649804 |
| Roletový aktor / DC | JA2-02B/DC | 0,60 | 0,32 | MTN648704 |
| Jednotka binárních vstupů | IM2-20B | 0,46 | 0,14 | MTN670802 |
| Ovládač termohlavice | HC2-01B/AC | 0,35 | 0,09 | MTN645129 |
| Univerzální stmívací dvoukanálový aktor | DA2-22M | 0,76 | 0,17 | MTN649350 |
| Spínací dvanáctikanálový aktor | SA2-012M | 0,14 | 0,33 | MTN649208 |
| Čtyřkanálový převodník digital-analog | DAC-04M | 0,49 | 0,56 | MTN646991 |
| | | 4,06 | 2,43 | |
| Ovládací jednotky | | | | |
| Nástěnný čtyřkanálový ovladač | WSB2-40/G | 0,46 | 0,16 | MTN617419 |
| Ovládací dotyková jednotka | EST2-2/B | 1,58 | 0,26 | MTN6212-0319 |
| Multifunkční jednotka | SOPHY2/G | 0,44 | 0,30 | MTN6214-4146 |
| | | 2,48 | 0,72 | |

Porovnání systémů z hlediska cenových nákladů

V následující tabulce (Tab. 8), bylo provedeno srovnání pořizovacích cen komponentů systému iNELS použitých na modelu a komponentů systému KNX, které jsou principiálně totožné (nebo podobné).

Pro srovnání byly použity ceny komponent systému KNX zveřejněny v ceníku uváděném na internetových stránkách firmy K&V ELEKTRO, a.s. (www.kvelektro.cz), platné ke dni 12. 4. 2013. A ceny komponent systému iNELS zveřejněny v internetovém obchodě firmy ELKO EP (www.elkoep.cz), také platné ke dni 12. 4. 2013.[26, 27]

Tab. 8 Porovnání komponentů iNELS versus KNX z hlediska cenových nákladů

| iNELS | | Cena v Kč vč. DPH | Cena v Kč vč. DPH | KNX |
|--|-------------|------------------------------|------------------------------|-----------------------|
| Napájecí zdroj systému | PS-100/INLS | 2 439 Kč | 11 804 Kč | MTN683890 |
| Oddělovač sběrnice | BPS2-02M | 1 917 Kč | - | |
| Centrální jednotka | CU2-01M | 11 979 Kč | - | |
| Aktory | | | | |
| Jednokanálový spínací akrot | SA2-01B | 1 502 Kč | 10 325 Kč | MTN647395 |
| Roletový aktor / AC | JA2-02B | 2 316 Kč | 12 090 Kč | MTN649804 |
| Roletový aktor / DC | JA2-02B/DC | 2 316 Kč | 13 129 Kč | MTN648704 |
| Jednotka binárních vstupů | IM2-20B | 1 901 Kč | 2 757 Kč | MTN670802 |
| Ovládač termohlavice | HC2-01B/AC | 2 220 Kč | 12 123 Kč | MTN645129 |
| Univerzální stmívací dvoukanálový aktor | DA2-22M | 5 793 Kč | 9 721 Kč | MTN649350 |
| Spínací dvanáctikanálový aktor | SA2-012M | 7 970 Kč | 14 154 Kč | MTN649208 |
| Čtyřkanálový převodník digital-analog | DAC2-04M | 4 783 Kč | 11 960 Kč | MTN646991 |
| Ovládací jednotky | | | | |
| Nástěnný čtyřkanálový ovladač | WSB2-40/G | 2 108 Kč | 5 830 Kč | MTN617419 MTN6212- |
| Ovládací dotyková jednotka | EST2-2/B | 7 427 Kč | 10 589 Kč | 0319 MTN6214- |
| Multifunkční jednotka | SOPHY2/G | 10 462 Kč | 13 500 Kč | 4146 |
| | | 65 133 Kč | 116 178 Kč | |

ZÁVĚR

Jedním z cílů diplomové práce *Výukový model řízení rodinného domku pomocí systému iNELS* bylo vytvořit hardwarový výukový model řízený systémem iNELS. Výukový model byl vyroben tak, aby zahrnul ve svém řízení běžně používané komponenty k řízení budov a zároveň, aby řídicí akce komponent byly totožné, anebo alespoň podobné akcím výukového modelu řízeného systémem KNX, dostupném na Katedře kybernetiky a biomedicínského inženýrství, Fakultě elektrotechniky a informatiky, VŠB-TUO.

Dílčím cíle diplomové práce bylo ozřejmit, jakým způsobem se provádí konfigurace systému iNELS. Konfigurace systému iNELS je poměrně jednoduchá a intuitivní. Někdy je však zapotřebí některá konfigurační nastavení upravit tak, aby odpovídala požadavkům, které jsou požadována uživatelem, neboť ne vždy lze provést akci přímo a je potřeba hledat alternativní řešení v konfiguraci.

Systém iNELS uživateli dále nabízí možnost svého ovládání pomocí webserveru, kdy se jedná o rozvíjející se trend v oblasti inteligentních systémů. Konfigurace aplikace je však poněkud problémová, například nelze přiřadit vytvořenou ovládací akci grafickému symbolu, neboť je možný přístup pouze k fyzickým vstupům a výstupům. Není tak umožněno ovládání akce spouštěné hlasem či IR skrze webové rozhraní. Tuto skutečnost je možno opět nestandardně vyřešit alternativní konfigurací, což však ubírá samotné konfiguraci na její jindy obdivuhodné jednoduchosti. Dále je systém iNELS možno rozšířit o multimediální část, která tak celý systém posunuje na další úroveň. Pomocí jediného serveru, který pak může fungovat jako centrální úložiště různých dat (filmy, hudba, ovládání televize apod.) lze řízení bytu či rodinného domu obohatit o mnoho dalších zajímavých funkcí.

Ovládání hlasem je dnes v oblasti inteligentních systémů považováno již za standard, přesto je dobré si připomenout, že systém iNELS disponuje nastavením různých úrovní rozpoznávání hlasu a zatím neoplývá v samotném systému svou dokonalostí. Při nastavení nízké úrovně rozpoznání hlasu, systém rozpozná i ledajaký hluk, který vyhodnotí jako uživatelem definovaný povel a pak na něj přirozeně reaguje, v opačném případě při nastavení vysoké kvality rozpoznání hlasu, stačí uživateli běžná rýma a systém jeho povel nepřijme a nevyhodnotí jako zadaný povel.

Obecně lze považovat za hlavní výhodu inteligentních instalací fakt, že veškeré ovládací prvky jsou napájeny nízkým napětím, čímž je celý systém velmi bezpečný pro svého uživatele. Veškerá kabeláž a prvky napájené 230 V jsou bezpečně umístěny v rozvaděči či stěnách místností, čímž je riziko úrazu elektrickým proudem pro běžného uživatele opravdu velmi malé. Další obecnou výhodou inteligentních elektroinstalací je komfort. Uživatel, který má systém nainstalovaný ve svém bytě či domě, se již nemusí obávat, zda všechny své elektrospotřebiče bezpečně vypnul, když odjede například na dovolenou. I z dovolené u moře, vzdáleného třeba 1000 km, si může svůj byt či dům zkontrolovat například pomocí internetu. Tímto je myšlenka inteligentních instalací velmi dobrá a zdá se, že je jen otázkou času, kdy se s těmito systémy budeme ve svých životech běžně setkávat.

V současnosti jsou potencionální zájemci - uživatelé o tyto systémy ještě stále limitováni relativně vysokou pořizovací cenou.

Vyrobený model se systémem iNELS má spotřebu 18,2 W, což je 159,54 kW/h ročně. Při průměrné ceně elektřiny 4,83 Kč/ kWh by roční spotřeba komponent systému iNELS umístěných na modelu stála 770,58 Kč, což je okolo 64 Kč měsíčně. I když systém KNX má spotřebu nižší než systém iNELS, jeho pořizovací náklady jsou naopak vyšší než u systému iNELS. Každopádně i u systému iNELS není cena spotřeby elektřiny použitých komponentů systému nikterak vysoká za komfort, který inteligentní systém nabízí.

Systém iNELS se jeví být ideální variantou aplikace inteligentní elektroinstalace v menších objektech, jako jsou byty, kanceláře, menší rodinné domy či menší výrobní haly. Při pohledu na možnost připojení k centrální jednotce 32 x 6 komponent, což je ve výsledku 192 komponent a hypotetické otázky možného připojení 192 komponent x dvanácti spínačový aktor, lze docílit 2304 aktivních výstupů, čímž v sobě „malý“ systém iNELS skrývá velký potenciál.

BIBLIOGRAFICKÉ ZDROJE

- [1] MERZ H., et al. *Automatizované systémy budov. Sdělovací systémy KNX/EIB, LON a BACnet*. Praha: Grada 2007. s. 264 ISBN 978-80-247-2367-9
- [2] KABEŠ, K. Současné trendy v automatizaci budov. *Automatizace*. Roč. 49, č. 11, listopad 2006. s. 727. ISSN 0005-125X
- [3] *Technická zařízení budov* [online]. TZB-info ©2001-2012 [cit. 2012-10-11]. Dostupný z WWW: <http://www.tzb-info.cz/>.
- [4] KLABAN, J. iNELS a sběrnice CIB – moderní systém inteligentní elektroinstalace. *Automa* [online]. Číslo 12, prosinec 2008 [cit. 2012-10-15]. Dostupný z WWW http://www.odbornecasopisy.cz/index.php?id_document=38218.
- [5] KOLINSKY, V., ŠKODOVÁ, I., KUBÍK, M. Inteligentní dům není jen dálkové ovládání světel a rolet. Jak se v dálkovém ovládání uplatňují moderní komunikátory iPhone a iPad? [online]. *TZB Haustechnik*. Roč. 4, č. 4, listopad 2011 [cit. 2012-10-22]. Dostupný z WWW: <http://www.casopistzb.cz>.
- [6] *Villa Tugendhat* [online]. Muzeum města Brna [cit. 2012-10-22]. Dostupný z WWW: <http://www.tugendhat.eu>.
- [7] HALUZA, M., MACHÁČEK, J. Multi-criteria analysis (MCA) for evaluation of intelligent electrical installation. [online]. *International Journal of Advances in Engineering & Technology*. September 2011 © IJAET [cit. 2012-10-28]. Dostupný z WWW: <http://www.archives-ijaet.org/media/1014MULTI-CRITERIA-ANALYSIS-%28MCA%29-FOR-EVALUATION-OF-INTELLIGENT-ELECTRICAL-INSTALLATION-Copyright-IJAET.pdf>.
- [8] *LonMark International* [online]. © 2007-2012 LonMark International [cit. 2012-10-29]. Dostupný z WWW: <http://www.lonmark.org>.
- [9] VOJÁČEK, A. Úvod do BACnetu - Building Automation and Controls Network *In Automatizace.hw.cz* [online]. © 1997 - 2009 HW server s.r.o [cit. 2012-10-29]. aktualizace 26. 4. 2012. Dostupný z WWW: <http://automatizace.hw.cz>.
- [10] HÁJEK, J. Komunikační sběrnice používané v automatizaci budov. *Automatizace*. Roč. 47, č. 11, listopad 2004. s. 680. ISSN 0005-125X
- [11] Echelon. *Neuron 5000 Processor*. [Datasheet] místo neznámé: Echelon Corporation, 2011. P/N 003-0458-1B. [online]. [cit. 2012-10-29]. Dostupný z WWW: <https://www.echelon.com>.
- [12] *Domat Control System s.r.o.* Domat Control Systém © 2010 [online]. [cit. 2012-11-05]. Dostupný z WWW: www.domat.cz.
- [13] *Moeller Elektrotechnika s.r.o.* Inteligentní elektroinstalace budov - systém Nikobus, Uživatelský manuál v 1.0. Příručka pro uživatele, montáž a projektování systému Nikobus. Praha, 2004. 148 s. Dostupný z WWW: <http://www.eatonelektrotechnika.cz/>.
- [14] SKŘIVÁNEK, L. *Simple Network Management Protokol*. [online] Poslední aktualizace 2006/2007. [cit. 2012-11-05]. Dostupný na WWW: <http://skriv.wz.cz/MPS/SNMP/index.html>.
- [15] WAGO s.r.o. [online]. [cit. 2012-11-05]. Dostupný na WWW: www.wago.com.
- [16] STIANKO M. OPC – nový průmyslový standard pro informační technologie. [online] *Automa*. Roč. 1, č. 6, rok 2000. Dostupný na WWW: <http://www.odbornecasopisy.cz>.

- [17] MERZ s.r.o. [online]. [cit. 2012-11-05]. Dostupný na WWW: <http://www.merz.cz>.
- [18] NÝVLT, O. Přehled protokolů a systémů pro řízení inteligentních budov.[online] *Automatizace*. Roč. 53, č. 3-4, březen – duben 2010. s. 121-124 Dostupný na WWW: www.automatizace.cz.
- [19] KUNC, J. *Elektroinstalace krok za krokem*. 2. zcela přepracované vydání. Praha: Grada 2010. s. 120 ISBN 978-80-3249-7.
- [20] *Technické informace o KNX/EIB systému*. Praha: Somfy spol.s.r.o., rok vydání neznámý. s. 18
- [21] KNX Association. [online]. [cit. 2012-11-05]. Dostupný na WWW: www.knx.org.
- [22] ELKO EP, s.r.o.[online]. [cit. 2013-01-10]. Informace o systému iNELS a jeho komponentech. Dostupných na WWW: www.elkoep.cz.
- [23] ELKO EP, s.r.o. *Školení o systému iNELS a jeho komponentech*. Interní studijní materiál.
- [24] TECO a.s. *Prohlášení o vztahu firmy Teco a.s. k systému iNELS II*. [online]. [cit. 2013-01-10]. Dostupný na WWW: http://tecomat.com/wpimages/images-aktuality/Prohlaseni_Teco_iNELS.pdf
- [25] ELKO EP, s.r.o.[online]. [cit. 2013-01-10]. Katalogové listy jednotlivých jednotek systému iNELS. Dostupné na WWW: www.elkoep.cz.
- [26] ELKO EP, s.r.o.[online]. Inteligentní elektroinstalace budov iNELS® Příručka pro software iNELS Designer & Manager. Dostupné na WWW: www.elkoep.cz.
- [27] K&V ELEKTRO a.s. [online]. [cit. 2013-04-12]. Maloobchodní ceník. Dostupný na WWW: <http://www.kvelektro.cz/maloobchod/cenik/>

SEZNAM PŘÍLOH

- I. Dokumentace konstrukce rámu. 2 strany.
- II. Dokumentace rozmístění komponentů čelního panelu. 1 strana.
- III. Popis komponentů na čelním panelu. 1 strana.
- IV. Rozmístění signalizačních LED diod. 1 strana.
- V. Elektrodokumentace modelu. 8 stran.
- VI. Schémata jednotlivých scén. 6 stran.
- VII. RGB modulu. 12 stran.
 - Schéma zapojení
 - DPS
 - Rozmístění součástek na DPS
 - Seznam součástek
 - Výpis programu
- VIII. Prohlášení o vztahu firmy Teco a.s. k systému iNELS II. 2 strany.
- IX. Foto modelu. 1 strana.

PŘÍLOHY NA CD

Příložené CD obsahuje vypracovanou diplomovou práci v elektronické podobě. Přílohy ve formátech *.PDF, *.JPG, *.bmp a formátech vývojových prostředích, ve kterých byly vytvořeny. Katalogové listy a manuály použitých iNELS komponentů. Zálaha programu vytvořeném v IDM prostředí.